

THESE

présentée

DEVANT L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON

par

Mostafa ZAHEDI

Ingénieur de l'Université de Téhéran

Ingénieur Géologue E. N. S. P. P.

Géologue du Service Géologique d'Iran

pour obtenir

le grade de DOCTEUR ES SCIENCES NATURELLES

ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE SOH
(W de l'Iran Central)

soutenue le 13 juillet 1971, devant la Commission d'Examen :

MM. J. Flandrin		Président
P. Cotillon		
G. Demarcq		Examineurs
R. Michel		

THESE

présentée

DEVANT L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON

par

Mostafa ZAHEDI

Ingénieur de l'Université de Téhéran

Ingénieur Géologue E. N. S. P. P.

Géologue du Service Géologique d'Iran

pour obtenir

le grade de DOCTEUR ES SCIENCES NATURELLES

ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE SOH

(W de l'Iran Central)

soutenue le 13 juillet 1971, devant la Commission d'Examen :

MM. J. Flandrin		Président
P. Cotillon		
G. Demarcq		Examineurs
R. Michel		



Président : M. le Professeur J. BOIDIN.

1er Vice-Président : M. R. TOURAINE, Maître de Conférences agrégé.

2ème Vice-Président : M. P. PONCET, Maître-Assistant.

3ème Vice-Président : M. D. SETTELEN, Etudiant.

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

UNITES

DIRECTEURS

U.E.R. médicale Grange-Blanche

U.E.R. médicale Alexis-Carrel

U.E.R. médicale LYON-Nord

U.E.R. médicale LYON-Sud-Ouest

U.E.R. des Sciences pharmaceutiques

U.E.R. des Techniques de Réadaptation

U.E.R. de Biologie humaine

Institut Régional d'Education Physique
et Sportive

U.E.R. de Mathématiques

U.E.R. de Physique

U.E.R. de Chimie et Biochimie

U.E.R. des Sciences de la Nature

U.E.R. de Biodynamique et Psychopédagogie

U.E.R. de Physique nucléaire

Institut Universitaire de Technologie I

Institut Universitaire de Technologie II

Observatoire

M. le Professeur D. GERMAIN

M. le Professeur C. GIROD

M. le Professeur A. BERTOYE

M. le Professeur L. TOLOT

M. M. CARRAZ, Maître de Conférences agrégé

M. le Professeur P. MOUNIER-KUHN

M. J.C. CZYBA, Maître de Conférences agrégé

M. J. SAPIN, Professeur E.P.S.

M. le Doyen J. BRACONNIER

M. le Professeur M. DUFAY

M. le Professeur D. GAUTHERON

M. le Professeur L. DAVID

M. le Professeur J. CHANEL

M. le Professeur A. SARAZIN

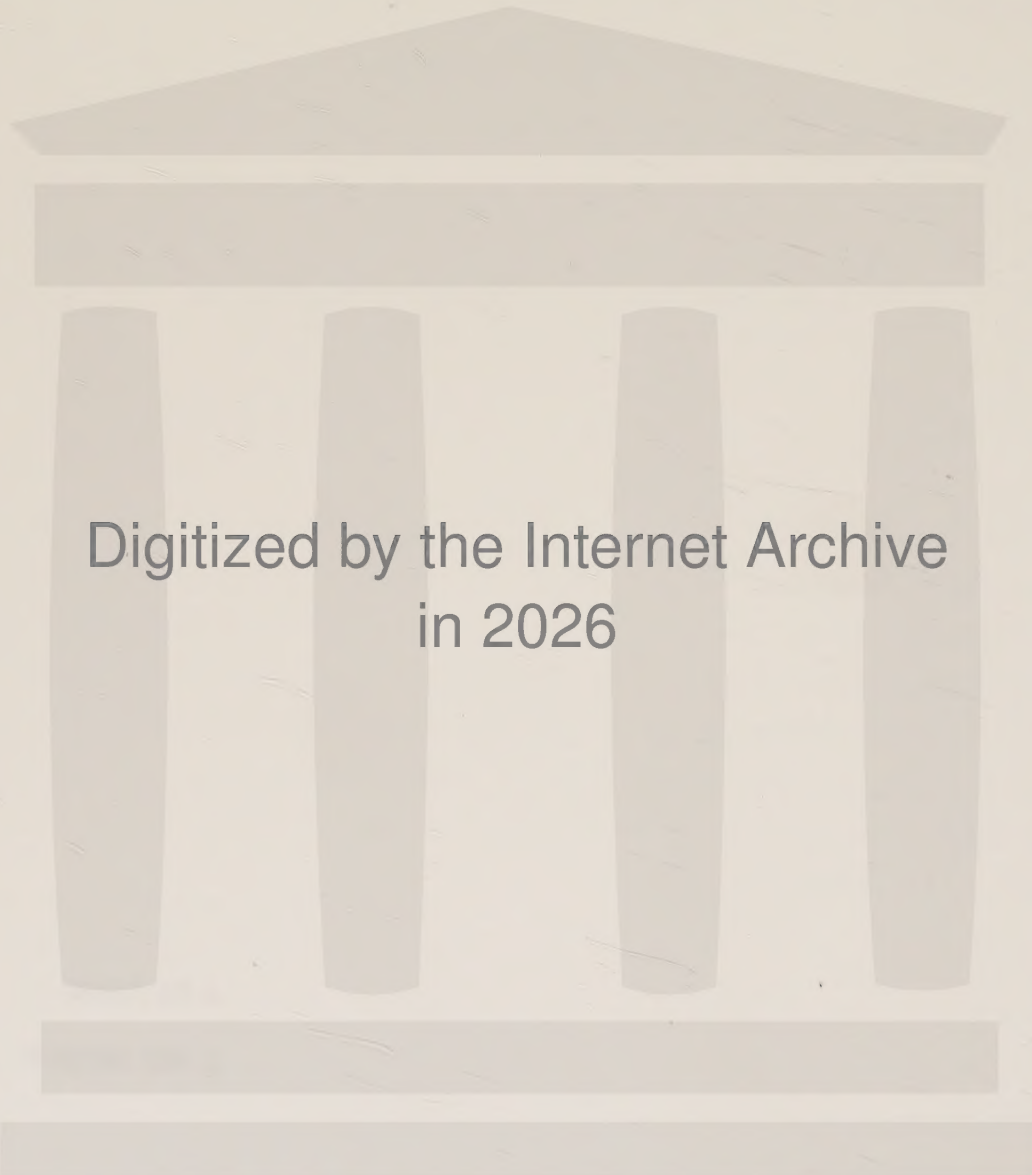
M. le Professeur L. FEUVRAIS

M. J. GALLET

M. le Professeur J.H. BIGAY

Secrétaire Général : M. P. IZAUTE

A MES ENFANTS



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552624_0014

AVANT PROPOS

Ce travail a été rendu possible grâce au support financier et matériel du Service Géologique d'Iran, du Centre International des Stages et de la Faculté des Sciences de Lyon. Je prie Messieurs les Directeurs de ces organismes d'accepter mes remerciements pour l'aide qu'ils ont bien voulu m'apporter.

Mes plus vifs remerciements vont à Monsieur J. Flandrin qui, après avoir visité en octobre 1967 mon territoire d'étude, a accepté la présidence de mon jury de thèse. Les conseils qu'il m'a donnés sur le terrain et les critiques qu'il a bien voulu apporter à mon manuscrit m'ont été d'un très grand secours.

Il m'est agréable de remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail :

MM. les Professeurs R. Michel et G. Demarcq, qui ont accepté de participer à mon jury et qui ont bien voulu revoir les parties de mon manuscrit consacrées aux roches volcaniques et au Néogène ;

Monsieur P. Cotillon qui a également accepté de siéger à mon jury et qui a bien voulu revoir la partie de mon manuscrit consacrée au Crétacé;

Monsieur A. Vatan qui, au début de mes recherches, m'a donné de fructueux conseils au cours d'un séjour qu'il fit dans la région de Soh en mars 1966.

Ma reconnaissance va également à tous les spécialistes qui, par l'étude de mes récoltes paléontologiques, ont permis de dater de façon précise la majeure partie des formations représentées dans la région de Soh :

- M. Amiot : Fusilines du Permien,
- P. Bernier : Microfaunes et Algues du Lias,
- M. Breistroffer : Ammonites du Crétacé inférieur,
- M. Collignon : Ammonites du Trias,
- G. Demarcq : Pectinidés néogènes,
- J. Flandrin : Nummulites de l'Eocène,
- G. Foury : Orbitolinidae et microfaunes du Crétacé inférieur,
- H. Lardeux : Tentaculites du Dévonien,
- Cl. Lorenz : Microfaunes du Néogène,
- M. Massieux : Alvéolines de l'Eocène,
- J. Mehrnush : Microfossiles du Tertiaire,
- J. Pillet : Trilobites du Dévonien,
- J. Roman : Echinides du Néogène,
- K. Seyed-Emami : Ammonites du Trias supérieur et du Crétacé inférieur,
- D.L. Stepanov : Brachiopodes du Dévonien et du Permien,
- K. Teherani : Microfaunes du Crétacé inférieur.

Il m'est particulièrement agréable de remercier Monsieur J. Stocklin qui m'a fait bénéficier de ses connaissances étendues sur la géologie de l'Iran au cours de plusieurs conversations amicales.

Je remercie enfin, très vivement, mes collègues de l'Institut

géologique d'Iran qui, au cours de discussions chaleureuses et pleines d'intérêt, m'ont apporté une collaboration extrêmement fructueuse dans les domaines de la paléontologie, de la pétrographie, de la géochimie et de la cartographie.

I N T R O D U C T I O N

Etant donné que les formations géologiques entrant dans la constitution géologique de la région de Soh s'échelonnent depuis le Précambrien jusqu'au Quaternaire, deux voies pouvaient être suivies par nous dans la conduite de notre étude. L'une était de limiter nos recherches à une partie seulement de la série stratigraphique que nous aurions alors étudiée de façon très approfondie ; l'autre était d'embrasser la totalité des étages représentés, en acceptant de n'en donner qu'une description imparfaite et parfois même un peu élémentaire. C'est cette seconde voie qui nous a paru préférable, compte tenu de l'état d'avancement des recherches géologiques dans notre pays. Notre espoir est que les données initiales que nous avons réunies puissent servir de base à nos successeurs pour fournir, dans les prochaines décennies, la description détaillée et exhaustive de la région de Soh que nous n'avons pas pu entreprendre.

Dès le début du XXème siècle, le nom de Soh se trouve cité dans la littérature géologique iranienne car les assises fossilifères de cette

région ont attiré de bonne heure l'attention de différents géologues : ce furent tout d'abord J. de Morgan (1898), E. Tietze (1900) et A.F. Stahl (1911) puis, après une période durant laquelle la région de Soh parut un peu oubliée, J. Stöcklin (1954) 161 , qui était alors géologue à la Compagnie nationale iranienne du Pétrole. Ces géologues reconnurent, comme je l'indiquerai de façon plus détaillée dans la première partie de ce mémoire, la présence de Dévonien, de Perno-Trias, de Crétacé et de l'Eocène, et c'est d'après les données qu'ils avaient recueillies que pu être établie en 1957, pour la région de Soh, la carte géologique d'Iran à l'échelle du 1/2.500.000. Pour ma part, c'est en 1965, qu'après une courte reconnaissance préalable, j'ai commencé l'étude de cette région.

La région de Soh, comme la majeure partie du territoire iranien, présente pour le géologue d'excellentes conditions d'observation par suite, d'une part, du rajeunissement des reliefs déterminé par les derniers soulèvements "alpins", d'autre part, de la rareté du couvert végétal liée à l'aridité du climat. Ces deux facteurs ont entraîné une érosion très active, qui permet d'observer sur les flancs des nombreux ravins entaillant profondément la région les assises les plus anciennes participant à sa constitution.

Les formations sédimentaires représentées dans la région de Soh présentent une épaisseur totalisée de 9.500 à 12.000 m. Elles débutent par des assises appartenant au Précambrien et s'achèvent par des dépôts d'âge tertiaire et quaternaire. Ainsi que le montre le tableau récapitulatif ci-après (Tableau 1 A), les formations constituant la couverture du substratum schisteux précambrien se répartissent de la façon suivante d'après leur plasticité :

- formations principalement rigides et compétentes, constituées par des grès ou des roches carbonatées (dolomies et calcaires), qui appartiennent à l'Infra-Cambrien , au Cambrien inférieur, au Cambro-Ordovicien,

A g e s	Formations	Epaisseurs en m.	L i t h o l o g i e
Quaternaire	-----	45 à 300	Travertins, éboulis et terrasses alluviales.
Pliocène	-----	700 à 1000	Conglimérats, laves et tufs.
Oligo-Miocène	Qom	100 à 700	Calcaires et marnes avec conglomérat blanc à la base.
Oligocène-infe.	Formation rouge inférieure	50 à 150	Conglomérats rouges.
Priabonien	-----	100 à 200	Alternance de calcaires silicifiés et de laves andésitiques.
Lutétien sup.	-----	160 à 710	Conglomérats, tufo-laves et calcaires.
Lutétien inf.	-----	300 à 400	Marnes blanchâtres ou schistes noirâtres.
Ypresien-Lutéti.	-----	100 à 700	Conglomérats et grès argileux rougeâtres, calcaires marneux.
Albien	-----	60 +	Schistes et calcaires grisâtres.
Gargasien	-----	390	Schistes et marnes noirâtres.
Bédoulien	-----	500	Calcaires et marnes avec conglomérats rouge à la base.
L i a s	Shemshak	1050	Schistes et grès noirâtres.
Trias supérieur	Naiband	1420	Schistes et calcaires grisâtres.
Trias moyen	Shotori	980	Dolomies jaunâtres et calcaires blanchâtres, avec grès rouges à la base.
Permien moyen et supérieur	Jamal	490	Dolomies et calcaires dolomitiques sombres.
Dévonien moyen et supérieur	Bahram	140	Calcaires et calcaires dolomitiques noirâtres.
Dévonien inf.	Padeha	250	Alternance de grès, de dolomies et de minces lits de schistes rouges.
Silurien	"Niur"	260	Grès rouges ou blancs avec roches doléritiques à la base.
Cambro - Ordovicien	Mila	520	Dolomies, calcaires et schistes avec intercalation gréseuses.
Cambrien inf.	Lalun	800	Grès rouges.
Infracambrien	Soltanieh	790	Dolomies griseâtres.
Précambrien	Kahar	200 +	Schistes avec intercalations de roches basaltiques.

Tab. 1A- Tableau récapitulatif des formations représentées dans la région de Soh.

au Siluro-Dévonien inférieur, au Dévonien moyen et supérieur, au Permien moyen supérieur et au Trias moyen.

- Formations essentiellement souples et compétentes, comprenant principalement des schistes ou des marno-calcaires, qui correspondent au Trias supérieur, au Lias, à l'Aptien, à l'Albien, à l'Eocène, à l'Oligocène, au Miocène, au Pliocène probable et au Quaternaire.

Le présent mémoire se présente en deux parties que précède un aperçu géographique et que clôturent des conclusions générales.

Dans l'"aperçu géographique", j'ai indiqué la situation géographiques et les limites de la région étudiée et j'ai réuni les données concernant l'orographie, l'hydrographie, le climat, la végétation, la population, les voies d'accès et les routes intérieures et, enfin, les ressources minérales.

La première partie est consacrée à la stratigraphie des divers ensembles sédimentaires allant du Précambrien au Quaternaire. Chaque formation fait, en général, l'objet d'un chapitre dont le plan type est le suivant : situation des affleurements et description de la formation considérée, indication, localisation et âge des fossiles récoltés, position stratigraphique des limites inférieures et supérieures, comparaisons d'une part avec la coupe relevée dans la localité-type et d'autre part, avec les coupes relevées dans les diverses régions d'Iran, enfin considérations sur les conditions et le milieu de dépôt et, lorsque la chose nous a paru possible, essai de reconstitution paléogéographique.

La deuxième partie comprend deux chapitres qui sont respectivement consacrés aux roches volcaniques et à la tectonique.

Dans les conclusions générales, nous avons rappelé les grands traits de l'évolution sédimentaire et orogénique de la région de Soh.

La carte au 1/250.000 qui accompagne notre mémoire est une réduction simplifiée des levés originaux que j'ai effectués à l'échelle du 1/50.000.

APERCU GEOGRAPHIQUE

LIMITES DE L'ETUDE

La région étudiée correspond à un quadrilatère d'environ 2 500 km² qui s'étend en longitude entre les méridiens 51° 19' 15" et 51° 50' 30" E et en latitude entre les parallèles 33° 10' 00" et 33° 38' 00". Elle se situe approximativement entre les villes de Kashan, au Nord et d'Isfahan, au Sud (fig. 1). La route directe de Téhéran-Isfahan passe exactement à son coin SW, celle de Kashan à Natanz constitue sa limite NE et celle de Natanz à Isfahan traverse son secteur SE entre Shoja-abad et Murcheh-Kort.

Comme elle n'englobe aucune ville importante, nous lui avons donné le nom de "Région de Soh" d'après celui d'un important village qui se situe à peu près à son centre⁽¹⁾ et qui a constitué la base de départ principale de nos explorations.

Cette région est couverte par des photographies aériennes dont l'échelle varie du 1/45 000 au 1/60 000 ; leur tableau d'assemblage est donné par la fig. 2. Pour réaliser la carte au 1/50 000 devant servir de base à nos levés, ces photographies ont été redressées et mises à l'échelle par le Service géologique d'Iran, à partir des "Shuran points" et par le procédé des masques à fentes radiales.

(1) les coordonnées de Soh sont : 51° 26' 52" Est et 33° 26' 25" Nord.

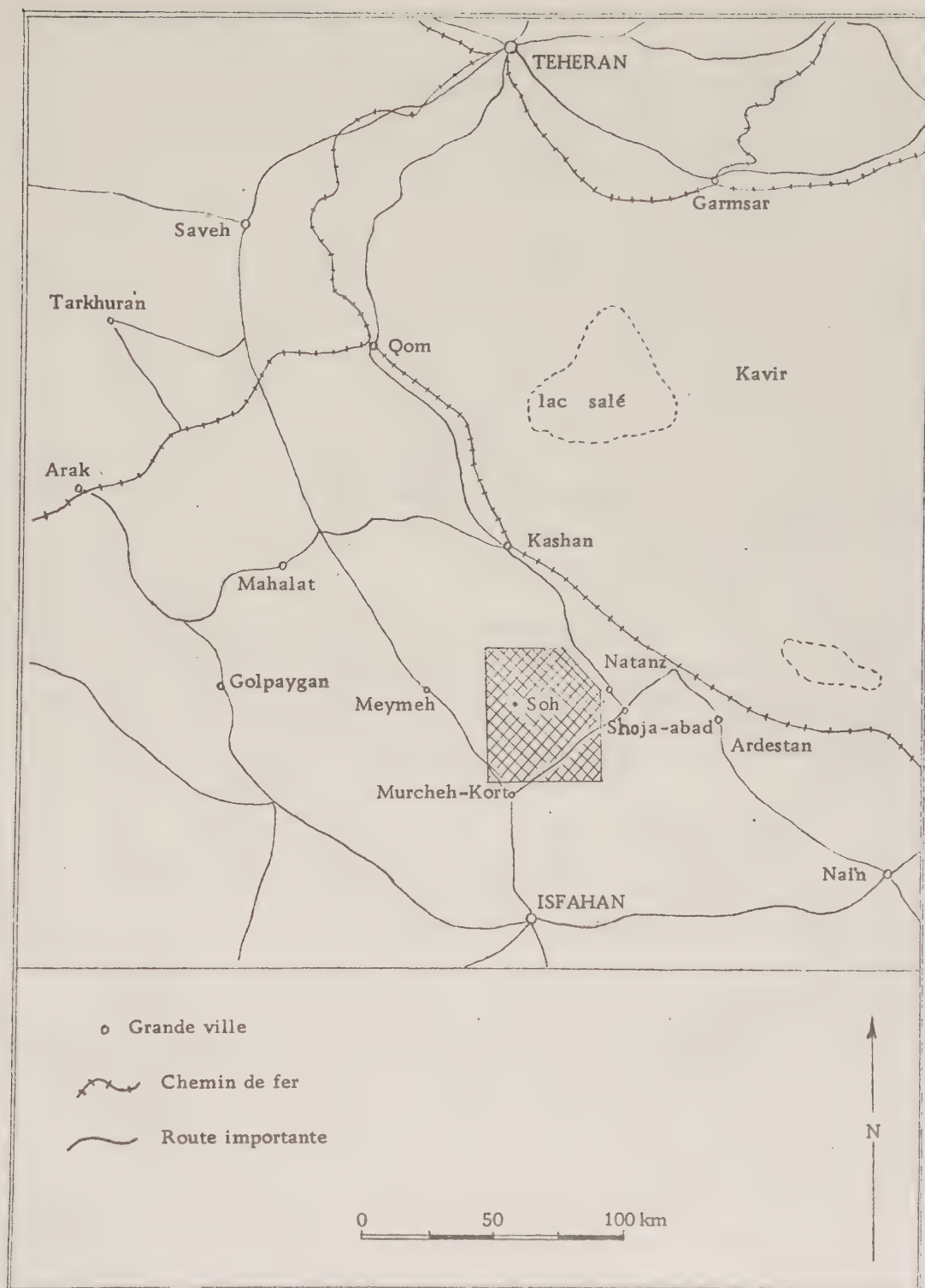


Fig. 1 - Carte de la situation de la région de Soh (hachuré)

(d'après un document de la "planning and programming Division" du Ministère des routes)

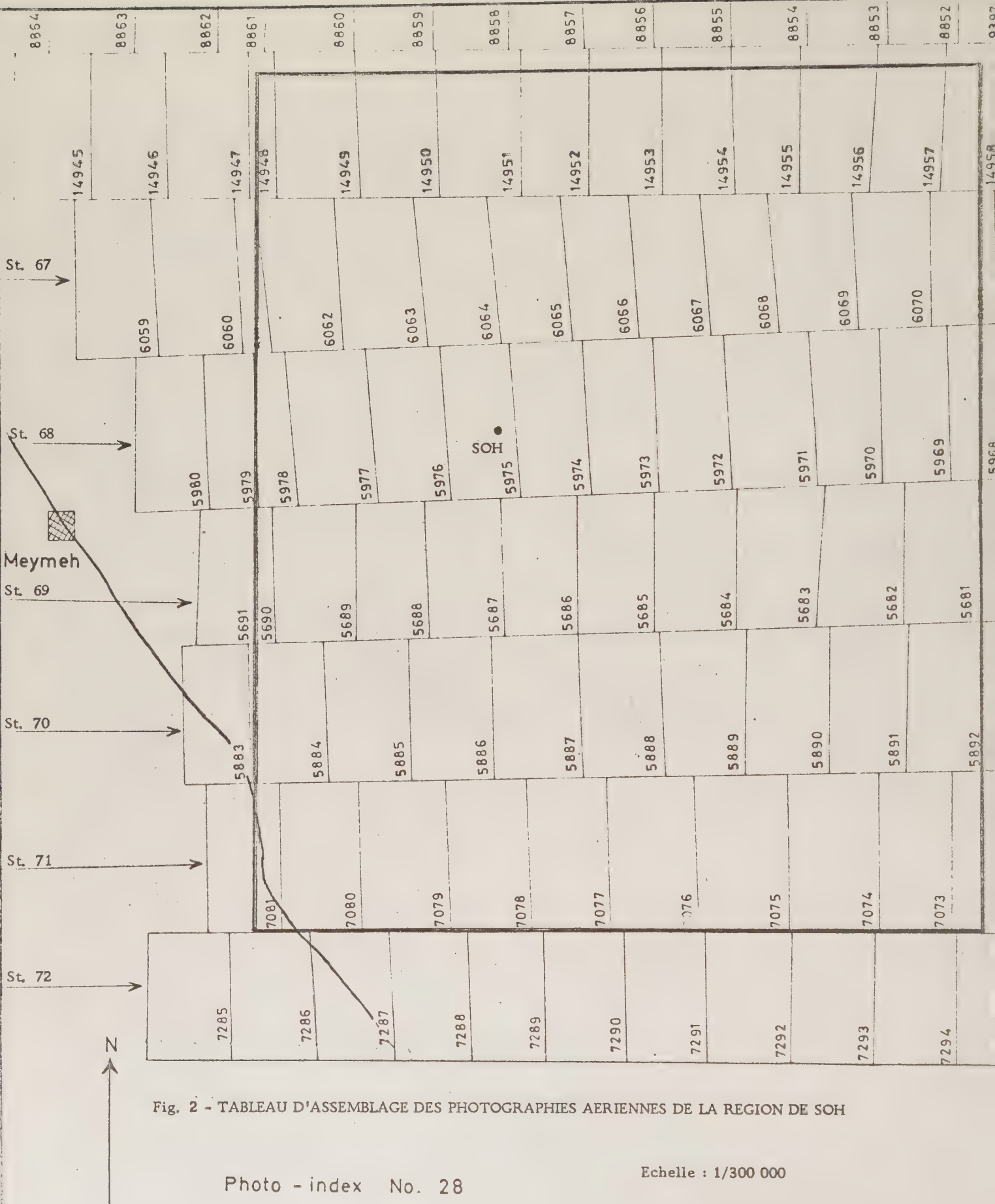


Fig. 2 - TABLEAU D'ASSEMBLAGE DES PHOTOGRAPHIES AERIENNES DE LA REGION DE SOH

Photo - index No. 28

Echelle : 1/300 000

Project No 158

G. S. I. N° 567

SITUATION GENERALE ET OROGRAPHIE

La région étudiée se situe dans la chaîne de Kohrud qui, tout en appartenant à la bordure occidentale de l'Iran central, s'allonge parallèlement aux grandes unités structurales de Sanandaj-Sirjan et du Zagros (fig. 3).

Notre région d'étude n'englobe pas le massif culminant du Karkas (3 895), qui se situe au delà de sa limite orientale, mais elle comprend tout de même une série de sommets dépassant 3 000 m qui constitue le "massif de Soh" proprement dit (fig. 4). Ce massif, allongé suivant une direction NW-SE, sépare deux régions de "plaines" de caractère et d'altitude différents : les "plaines occidentales", plus ou moins cultivées, ayant une altitude moyenne de 1 500 m, et les "plaines orientales", subdésertiques, dont l'altitude se tient aux environs de 1 000 m. Cette différence d'altitude des niveaux de base fait que le versant nord-oriental du massif de Soh présente des falaises plus escarpées et des pentes plus raides que son versant sud-occidental. Pour une distance horizontale identique, on atteint vers le NE la plaine d'Hanjan, qui se situe à moins de 1 500 m, tandis qu'au SW on aboutit aux hautes plaines de Soh et de Murcheh-Khort, qui s'étalent à plus de 2 000 m.

HYDROGRAPHIE

La haute crête du massif de Soh détermine la répartition des vallées qui constituent deux réseaux hydrographiques distincts :

- au SW, les vallées de Maravand, de Soh et de Kalahrud, dont les eaux vont se jeter dans le Zayandeh Rud au SE d'Isfahan et aboutissent finalement aux marais de Gav-Khaneh, à 120 km au SE de cette ville ;
- au NE, les vallées de Barz et de Chimeh, qui se rejoignent à Hanjan et dont les eaux vont se perdre ensuite dans la dépression salée du "désert" (kavir) oriental.

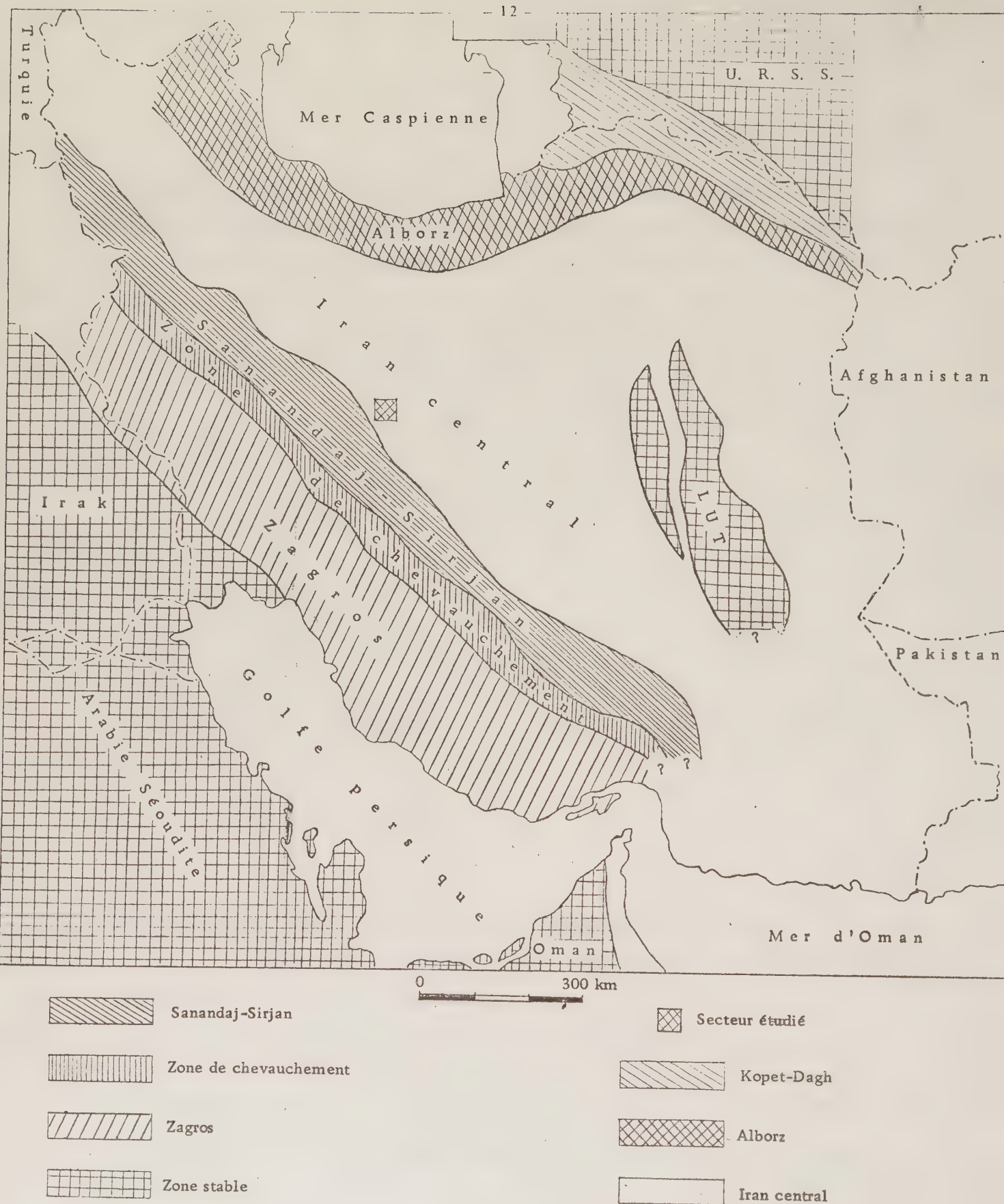


Fig. 3 - Carte de la situation de la région de Soh
(d'après la carte tectonique d'Iran de A. Ruttner et J. Stocklin)

LES SOURCES

De nombreuses sources, généralement liées à des accidents tectoniques, se rencontrent dans la région de Soh. Elles sont dispersées sur presque toute l'étendue de son territoire mais elles se répartissent cependant en deux groupes, d'après leur localisation et la nature chimique de leurs eaux.

- Un premier groupe, localisé sur le versant NE du massif, comprend des sources à débit assez fort dont les eaux sont très chargées en bicarbonate de calcium et ont souvent provoqué la formation de travertins importants. C'est dans ce groupe que se place également une petite source, voisine de Farizand, dont les eaux sont très fortement sulfatées.
- Un deuxième groupe, intéressant le versant SW du massif, est constitué par des sources à débit généralement plus faible mais dont les eaux, peu minéralisées, sont particulièrement potables. L'une de ces sources sort d'une grotte fort connue des habitants de la région et des spéléologues, le "Ghar⁽¹⁾-e-Parihole", qui résulte de la dissolution des calcaires triasiques dans lesquels elle est établie. Cette grotte comporte plusieurs "salles" qui sont décorées de nombreuses stalactites, stalagnites et colonnes.

CLIMAT, VEGETATION ET POPULATION

Grâce à son altitude élevée, la chaîne proprement dite de Soh bénéficie d'un climat modéré et agréable, bien que les précipitations moyennes n'y soient que de 380 mm par an.

Les plaines du versant occidental reçoivent annuellement 180 à 200 mm d'eau. Les pluies y sont essentiellement des pluies d'hiver et de printemps apportées par le vent d'Ouest. Durant l'été, l'absence de précipi-

(1) mot d'origine arabe signifiant grotte.

tations est compensée par l'altitude qui modère la forte chaleur diurne et provoque toujours une agréable fraîcheur nocturne.

Dans la plaine désertique orientale, les précipitations n'atteignent même pas 100 mm par an. Il y souffle parfois des vents extrêmement violents qui peuvent déterminer de véritables tempêtes de sable obscurcissant le ciel durant plusieurs heures.

La végétation naturelle se réduit à des buissons, qui sont dispersés et peu épais dans la plaine occidentale et relativement plus abondants et plus denses sur le haut massif rocheux mieux arrosé de Soh. La plaine orientale est pratiquement désertique.

Les villages les plus peuplés (2 000 à 6 000 habitants) sont ceux de Barz et de Chimeh, au NE de la chaîne de Soh, et de Tar et Tarq, au Sud du Karkas. Ils sont localisés dans les vallées pourvues de rivières permanentes où leurs habitants peuvent pratiquer à une assez grande échelle la culture irriguée de la vigne et de nombreux arbres fruitiers : noyers, figuiers, grenadiers, mûriers, amandiers, cognassiers, pommiers, poiriers, pruniers, prunelliers et mirabelliers.

Sur le versant SW du massif de Soh, les villages sont établis de façon dispersée au voisinage des petites sources. Les principaux sont ceux de Soh (plus de 6 000 habitants), de Kalahrud (5 000 habitants), de Choghadeh, de Robat et de Maravand. Dans les plaines bordières où il n'y a pas de sources naturelles, l'eau est collectée par un système de galeries souterraines creusées à la main, les "ghanats"⁽¹⁾, qui créent des "sources artificielles" aux abords desquelles s'établissent, en fonction des débits obtenus, des villages plus ou moins peuplés.

Les animaux domestiques sont des chèvres, des moutons et des chameaux ; les animaux sauvages sont des gazelles, des lièvres, des renards, des loups et des chacals. Plusieurs espèces de serpents venimeux et de grands scorpions, comme les scorpions de Kashan, sont à mentionner.

(1) Ces "ghanats" sont l'équivalent des "foggaras" du Sahara algérien.

VOIES D'ACCES ET ROUTES INTERIEURES

Deux voies d'accès principales permettent d'aller de Téhéran à la région de Soh (fig. 1) :

- la première est la route de Téhéran-Isfahan jusqu'à Meimch, en passant soit par Saveh (360 km), soit par Qom (320 km), puis la route de Meimch à Soh (30 km) ;
- la deuxième est la route de Téhéran-Qom (140 km), puis celle de Qom-Kashan (115 km) et finalement celle de Kashan-Hanjan (60 km). On accède enfin au secteur SE de la région en poursuivant la route de Téhéran-Kashan jusqu'au delà de Natanz, puis en empruntant la route reliant Shoja-abad à Murcheh-Khort qui rejoint la route directe de Saveh-Isfahan à 60 km au Nord de cette dernière ville.

En plus de ces voies d'accès principales, il existe tout un réseau de petits chemins carrossables dont les uns relient les villages entre eux et les autres desservent les gisements de charbon des secteurs W et SW en direction de la route d'Isfahan. Le plus important de ces chemins secondaires est la piste qui relie Soh à Yarand, en passant par Maravand, le col d'Abianeh (2 720 m), Abyaneh, Tareh, Barz et Komju et qui aboutit finalement à la route de Natanz à Kashan. Naturellement, cette piste n'est pas carrossable en hiver. D'autres pistes moins importantes sont également praticables aux automobiles, ou tout au moins aux voitures "tous terrains" : leurs tracés sont indiqués sur la fig. 4.

RESSOURCES MINERALES

I. Produits combustibles

Comme nous le verrons plus loin, la formation liasique schisto-

gréseuse de Shamshak renferme plusieurs couches de charbon qui sont exploitées dans les différents points qu'indique la carte de la fig. 4. Les couches exploitables, dont l'épaisseur est généralement inférieure à 1,5 m, se situent toujours soit en dessous, soit, sous forme d'intercalations, à la base d'un conglomérat à dragées de quartz qui constitue pour les mineurs un niveau repère très caractéristique. Ce charbon liasique est un produit assez médiocre qui renferme en moyenne 30 % de cendres. Son exploitation, de caractère artisanal, fournit une production annuelle qui ne dépasse pas l'ordre de 30 000 tonnes. Il est transporté presque totalement à Isfahan où il est vendu pour usage domestique et industriel.

II. Produits réfractaires (Tab. 1 B)

Des roches de nature bauxitique, où l'examen aux rayons X a révélé un pourcentage assez élevé en kaolinite, existent à deux niveaux : l'un à la base du Permien, l'autre à la base du Trias. Des essais ont été faits pour utiliser ces roches en vue de la fabrication de produits réfractaires, mais leur trop forte teneur en silice n'a pas permis d'obtenir des résultats satisfaisants.

III. Minerais

Dans la région de Soh, comme dans de nombreuses autres régions d'Iran, différents minerais métalliques ont fait l'objet de petites exploitations "domestiques" depuis une époque extrêmement reculée (plus de 5 000 ans AC, d'après le Rapport n° 13 du Service géologique d'Iran, 1969)[27]. Notre région recèle en effet dans son secteur NW (fig. 4) quelques indices de plomb (galène) et de zinc (blende) qui, liés à des failles, se trouvent en imprégnation dans des calcaires ou des dolomies. Mais ces indices sont trop disséminés, et paraissent trop peu volumineux pour présenter un intérêt économique réel. A l'W-SW d'Abyaneh, existent en outre des roches volcaniques cuprifères (fig. 4) qui n'ont pas encore été prospectées sérieusement et qui mériteront de faire l'objet d'une étude minéralogique et métallogénique particulière.

	No. d' échantillons	o/o Si O ₂	o/o Al ₂ O ₃	o/o Fe ₂ O ₃	o/o TiO ₂
La base du Trias	67. Z. 41a	38	19.3	10	1.8
	67.Z. 41b	50	23.0	14.7	1.9
	67.Z. 41c	50	21.4	22.8	2.3
	67.Z. 41d	34.3	34.4	21.9	2.2
	67.Z. 48b	60	28.5	1.1	2.1
	67.Z. 51	43.8	23.5	18.1	1.8
	67.Z.59	14.0	35.9	38.6	5.3
	67.Z. 82	45.9	25.6	15.0	3.1
	67.Z. 83	49.1	17.4	16.6	4.1
	67.Z. 96	48.6	17.5	20.8	3.4
La base du Permien	67.Z. 92	52.3	14.9	25.3	11.
	67.Z. 93	53.2	29.4	3.5	2.0
	67.Z. 106	34.19	26.14	27.44	1.57
	67.Z. 260	46.3	20.8	18.1	2.7

Tab. 1B - Analyse chimique des matériaux réfractaires de la région de SOH

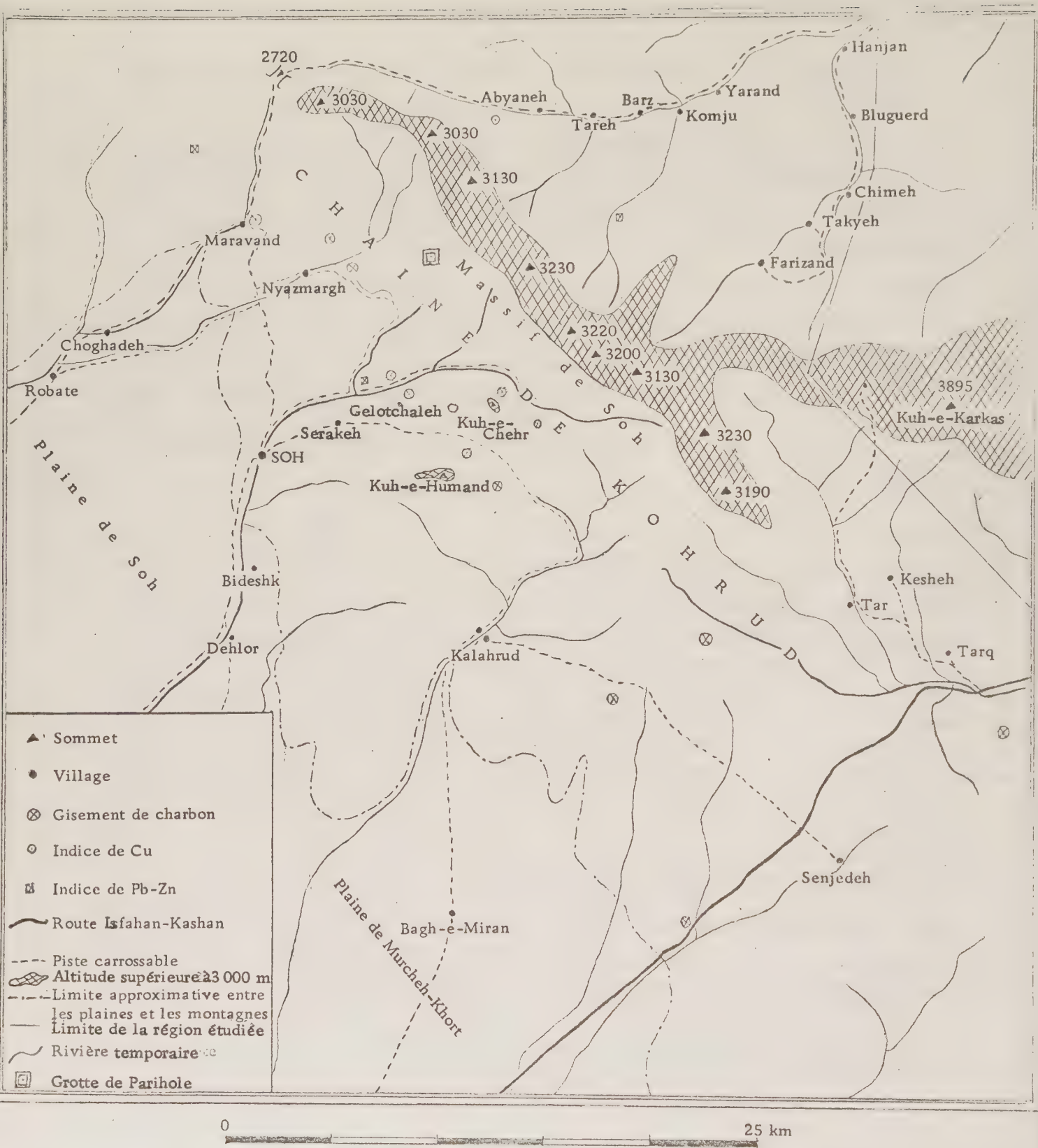


Fig. 4 - Carte de la région de Soh.

Première Partie

STRATIGRAPHIE

La série des formations sédimentaires - et parfois volcano-sédimentaires - représentée dans la région de Soh s'étend de l'Infracambrien au Quaternaire, compte non tenu de quelques lacunes de sédimentation. Sa puissance cumulée s'élève au chiffre approximatif de 12 000 m.

C h a p i t r e I I N F R A C A M B R I E N I

(Formation de Kahar)

Les assises les plus anciennes de cette série sont localisées au pied du versant NE de la chaîne de Soh, au Nord du village de Farizand, où une grande faille inclinée vers le NE les met en contact avec la formation liasique de Shemshak par suite du très fort abaissement de son compartiment NE (fig. 5). Le rejet vertical de cette faille peut être estimé de l'ordre de 6 000 m.

NE

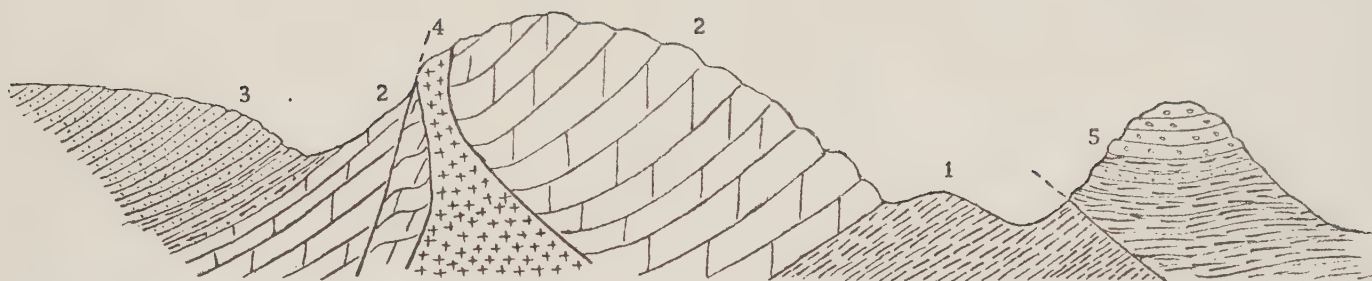


Fig. 5 - Coupe schématique montrant l'Infracambrien de Farizand

- 1 - Schistes argileux et quartzeux clairs et verdâtres intercalés avec des couches de dolomies argileuses fines et de roches doléritiques verdâtres (Formation de Kahar) : Infracambrien I
- 2 - Dolomie gris clair (Formation de Soltanieh) : Infracambrien II
- 3 - Grès rougeâtre, avec des stratifications entrecroisées (Formation de Lalun) : Cambrien inférieur
- 4 - Roches volcaniques gris foncé (dolérites) : Silurien probable ?
- 5 - Schistes gréseux et conglomérat à dragées siliceux du Lias (Formation de Shemshak).

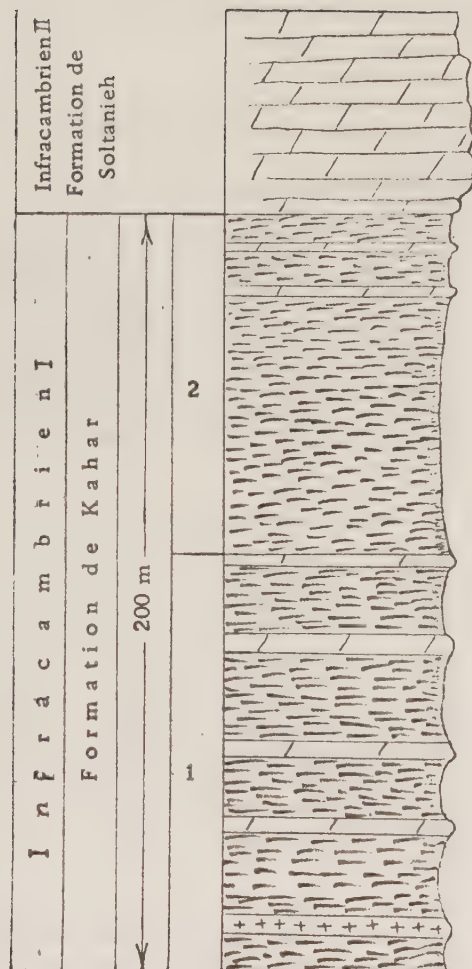
Par suite de la faille qui les affecte, ces assises anciennes ne montrent que leurs termes supérieurs qui sont visibles sur une épaisseur de 200 m. Elles présentent de bas en haut la constitution suivante (fig. 6 et photo 1) :

- 1 - 110 m : schistes sériciteux gris clair ou gris foncé, finement quartzeux, et schistes argileux et micacés de teinte claire, en bancs de 0,20 à 0,30 m, avec intercalations de 2 à 3 m d'épaisseur de dolomies argileuses fines, de teinte gris-jaunâtre, et de roches basaltiques à plagioclase, augite et olivine fortement altérés et séricitisés ;
- 2 - 90 m : schistes sériciteux et argileux gris foncé, admettant des intercalations de grès argileux de 0,30 à 0,35 m d'épaisseur, et de dolomies fines, rubanées, en bancs de 2 à 3 m.

Cette formation schisteuse, avec passées dolomitiques, gréseuses et basaltiques, de la région de Farizand, peut être assimilée, d'après sa constitution et sa position stratigraphique, à la partie supérieure de la "formation de Kahar" dont le type a été pris en 1967 par E. Deduel [53] au Kuh-e-Kahar, dans la partie occidentale de l'Alborz central. Dans cette région où son épaisseur totale atteint 1 600 m, la formation de Kahar présente la coupe schématique suivante, de bas en haut :

- 1 - 800 m : schistes quartzeux et grès, de teinte verdâtre et rougeâtre, passant à des schistes sériciteux verdâtres, avec nombreuses intercalations dolomitiques ;
- 2 - 800 m : schistes argileux verts, gris verdâtre ou gris foncé, débutant par une couche de 10 m de dolérite à augite et diabases, avec intercalations de grès, de dolomies et de calcaires légèrement fétides, finement cristallins, de couleur gris sombre.

Ainsi que nous venons de l'indiquer, la base de la formation de Kahar n'est pas visible à Farizand, mais elle peut être observée à une soixantaine de kilomètres à l'Ouest de la région de Soh, au Nord de Muteh (Golpaygan quadrangle map, G.S.I., 1968). Elle s'y montre discordante sur les roches métamorphiques du socle archéen.



- 1 - schistes sériciteux et argileux de teinte claire, avec intercalations de dolomies et de basaltes ;
- 2 - schistes sériciteux foncés, avec intercalations de grès argileux et de dolomies finement rubanées.

Fig. 6 - Formation de Kahar (Infracambrien I)



Photo 1 - La Formation Infracambrienne de Kahar
Les gros bancs 1, 2 et 3 sont des dolomies argileuses

Cette discordance de la formation non métamorphique de Kahar (ou de formations équivalentes) au dessus d'un substratum de schistes cristallins est un fait général qui a été reconnu dans une grande partie de l'Iran. Elle a été signalée notamment, en dehors de la région de Muteh [170], dans la région de Takab (communication orale de M. Alavi), dans la région de Zanzan [164], dans l'Alborz au NW de Téhéran [102], dans la région de Kerman [113] et dans l'Est de l'Iran central [143]. On doit en conclure que, dans une très grande partie de l'Iran, le métamorphisme ayant affecté le socle est antérieur à la formation de Kahar.

Dans la région de Soh, comme dans la majeure partie des régions que nous venons de citer, la formation de Kahar est surmontée par une série franchement dolomitique, appelée "formation de Soltanieh" qui, azoïque dans la chaîne de Soh a livré dans la région de Zanzan et sans l'Alborz (voir ci-après) quelques rares fossiles permettant de l'attribuer avec vraisemblance à l'Infracambrien. Etant donné que la série de Kahar n'a jamais livré aucun reste fossile, c'est sa position en dessous de cette formation dolomitique qui conduit à la placer dans le Précambrien. Il convient de reconnaître que cette attribution d'âge présente en certain caractère hypothétique et que la formation de Kahar, de même que les formations équivalentes, pourrait représenter un Infracambrien I auquel succéderait, en tant qu'Infracambrien II, la "dolomie de Soltanieh".

Dans notre région d'étude, aucune discordance angulaire ne paraît séparer la "formation de Kahar" de la "formation de Soltanieh". Mais la profonde différence de faciès de ces deux formations, ainsi que l'absence de toute assise de transition, indique un changement radical des conditions de sédimentation qui laisse supposer à son tour un arrêt de sédimentation plus ou moins prolongé entre les deux. Cette hypothèse trouve une confirmation dans deux faits :

Le premier est l'absence, dans la chaîne de Soh, des puissantes formations qui, dans l'Azerbeïdjan (Takab) et la région de Zanzan, s'intercalent entre les formations de Kahar et de Soltanieh (voir ci-après) ;

Le second est l'existence, dans le Golpaygan (Muteh), d'une légère discordance entre les schistes de Kahar (Infracambrien I) et la dolomie de Soltanieh (Infracambrien II).

C h a p i t r e I I
I N F R A C A M B R I E N I I
(Formation de Soltahieh)

L'Infracambrien de notre territoire d'étude est essentiellement formé par des dolomies qui constituent, à la base du versant NE de la chaîne de Soh, entre la région de Farizand et celle d'Abyaneh, une série de falaises d'une épaisseur globale de 800 m.

Par suite de sa situation entre les formations de Kahar et de Lalun et de sa nature lithologique, nous avons assimilé cette puissante assise dolomitique à la "formation de Soltanieh" dont le type a été pris en 1964 dans la région de Zanzan [164], où elle constitue le terme le plus caractéristique de l'Infracambrien.

Dans la chaîne de Soh, cette formation peut être subdivisée en trois termes principaux :

- un ensemble dolomitique inférieur, épais de 360 m, qui est formé de dolomies jaunâtres ou grisâtres généralement bien stratifiées, avec lits de silex de 2 à 4 cm dans le tiers supérieur. Ce premier terme forme une crête blanchâtre, de direction NS, qui s'étend de la source de Mareh au S de Yarand ;

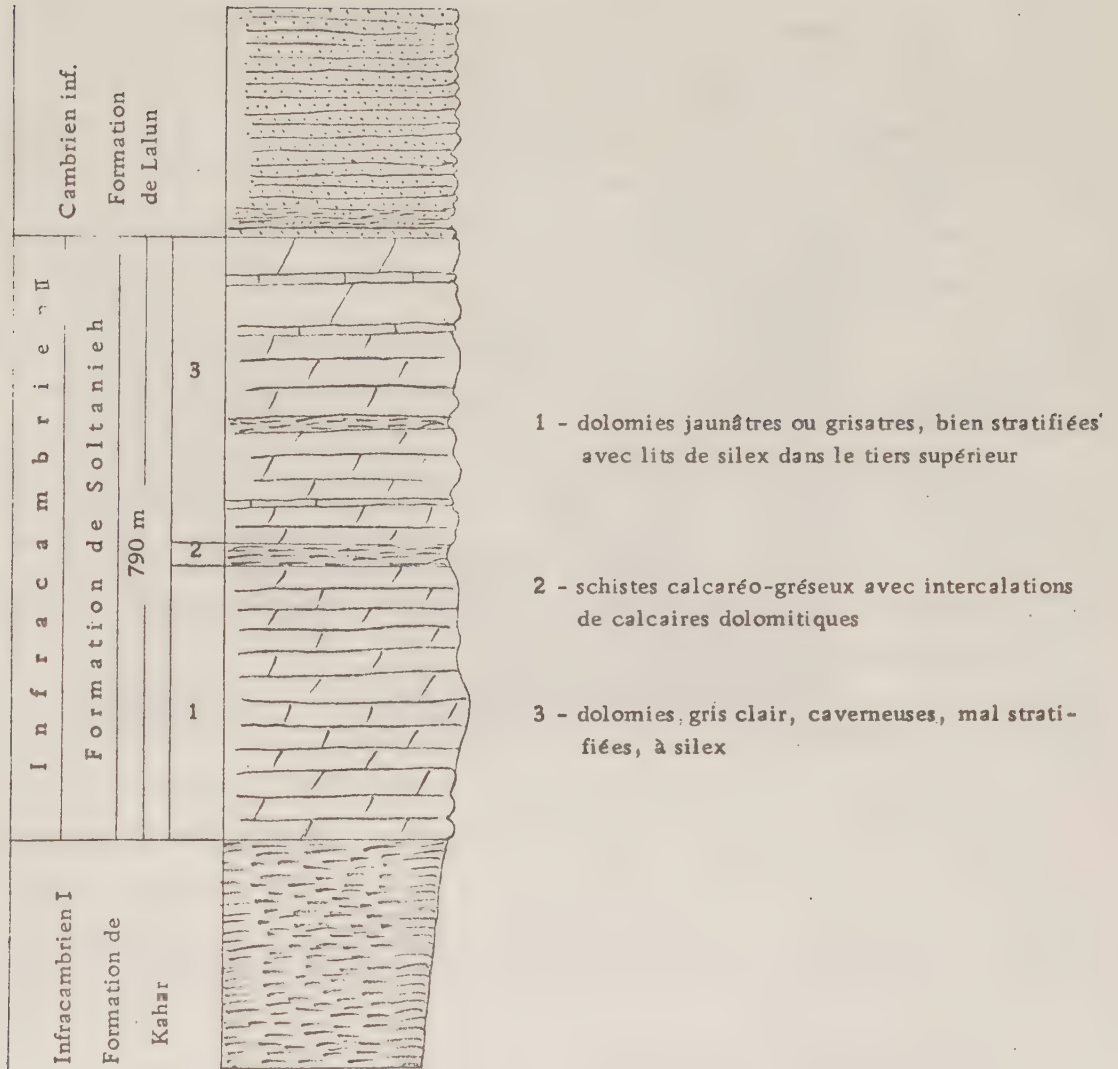


Fig. 7 - Formation de Soltanieh (Infracambrien II) Echelle 1/10 000

- un horizon de schistes calcaréo-gréseux, avec intercalations de calcaires dolomitiques, d'environ 30 m d'épaisseur, qui est particulièrement visible dans le col situé au Nord de Farizand ;
- un ensemble dolomitique supérieur, puissant de 400 m, correspondant à des dolomies généralement mal stratifiées, à lits de silex de 2 à 5 cm d'épaisseur (photo n° 2), fréquemment cavernueuses à leur partie supérieure, avec des intercalations peu épaisses de schistes et de calcaires argileux.

Par suite de l'existence d'une intrusion doléritique d'âge silurien probable et de quelques failles associées à elle qui perturbent la succession des assises, nous n'avons relevé dans la région de Farizand que la coupe détaillée des dolomies inférieures et des schistes intermédiaires (niveaux 1 à 4). Pour les dolomies supérieures (niveaux 5 à 13), notre coupe a été prise dans la haute vallée de Komju. Ces deux coupes complémentaires ont montré la succession suivante, de bas en haut :

I. Dolomies inférieures

- 1 - 160 m de dolomies grises, bien stratifiées, en bancs de 0,30 à 0,60 m ;
- 2 - 80 m de dolomies jaunâtres, massives, silicifiées et cavernueuses ;
- 3 - 120 m de dolomies gris-foncé, à stratification plus ou moins régulière, en bancs de 0,35 à 0,45 m, avec des intercalations de lits de silex de 2 à 5 cm.

II. Schistes intermédiaires

- 4 - 32 m de schistes gris-clair, calcaireux et finement gréseux, admettant des intercalations de calcaires dolomitiques jaunâtres, légèrement gréseux en bancs de 0,25 à 0,30 m.

III. Dolomies supérieures

- 5 - 87 m de dolomies gris-clair ou jaunâtres, mal stratifiées, à rognons de silex ;
- 6 - 2 m de calcaire argileux gris sombre, en bancs de 0,15 à 0,25 cm ;
- 7 - 90 m de dolomies silicifiées gris clair, à stratification irrégulière ;
- 8 - 1 m de schistes micacés gris clair ;

Planche II



Photo 2 - Lits de silex dans les dolomies de l'Infracambrien II

- 9 - 140 m de dolomies grisâtres, massives, caverneuses, à stratification irrégulière ;
- 10 - 2 m de calcaire argileux gris, en bancs de 0,25 à 0,30 m ;
- 11 - 40 m de dolomies gris clair ou jaunâtres, en bancs de 0,35 à 0,60 m ;
- 12 - 2 m de calcaire argileux et dolomitique, en bancs de 0,20 à 0,25 cm, avec lits de silex de 2 à 4 cm ;
- 13 - 35 m de dolomies gris sombre, bien stratifiées, avec lits de silex de 2 à 5 cm.

Fossiles

Malgré toutes nos recherches il nous a été impossible de découvrir, dans la série des assises que nous venons de décrire, la moindre trace fossile. Notre région d'étude n'apporte donc pas d'arguments paléontologiques nouveaux venant confirmer, et encore moins préciser, l'âge infracambrien de la formation de Soltanieh. L'attribution de cette formation à l'Infracambrien résulte tout d'abord, dans toutes les régions d'Iran où elle a été reconnue, de sa position en dessous d'un Cambrien inférieur bien daté. Elle résulte aussi de la découverte, dans la région de Zanzan et dans l'Alborz central, de quelques organismes fossiles qui sont généralement attribués à l'Infracambrien. Certains de ces fossiles, récoltés à Zanzan et dans l'Alborz dans les schistes intermédiaires (appelés "schistes de Chapoghlu") de la formation de Soltanieh, sont des organismes énigmatiques de structure concentrique, mesurant un à quelques millimètres, qui ont été décrits sous le nom de Fermoria [165] dans le "Vindhyan system" de l'Inde que les géologues de ce pays attribuent au Précambrien supérieur ou au Cambrien inférieur. D'autres fossiles, découverts à Zanzan dans la partie supérieure des dolomies de Soltanieh sont des stromatolithes (Collenia) et des organismes tubulaires évoquant des Salterella. Il convient d'indiquer que Sahni et Eisenmach [20] n'admettent pas l'attribution au genre Fermoria des organismes récoltés à Zanzan et dans l'Alborz et rapportent ceux-ci au genre Chuaria du Précambrien supérieur ou Cambrien inférieur. Enfin, P.M. Keller [7] rapproche ces organismes de Beltanella gilesi Sprigg, qui existe dans la "partie supérieure de la série du Valdaï"

de la plate-forme russe, en dessous de la "série de la Baltique" d'âge cambrien inférieur.

Il convient d'ajouter que dans la région de Yazd des géologues de la Compagnie minière du Rio Tinto ont découvert en 1968 [160] une faune assez importante dans la "formation de Rizu" qui, malgré une constitution lithologique très différente de celle de la formation de Soltanieh (grès, schistes, dolomies, tufs et roches volcaniques acides) peut être regardée comme un équivalent latéral au moins partiel de l'Infracambrien de Zanjan. Cette faune renferme les genres de Coelentérés (*Dipleurozoa* *Dickinsonia* et *Spriggina* ainsi que l'espèce de méduse *Medusites asteroïdes*) qui sont des fossiles caractéristiques du Précambrien supérieur d'Australie.

En complément des indications fournies par les rares fossiles ci-dessus, les assises fossilifères de la formation de Rizu ont fait l'objet de mesures de chronologie absolue par la méthode du Plomb, mesures qui ont indiqué un âge compris entre 595 et 760 millions d'années ($\pm$ 120 millions).

Limites inférieure et supérieure

Ainsi que nous l'avons déjà indiqué dans le chapitre précédent (p. 26), les dolomies de la formation de Soltanieh reposent directement, dans la région de Soh, sur la série essentiellement schisto-gréseuse de l'Infracambrien (formation de Kahar). Aucune discordance angulaire ne peut être décelée entre ces deux formations, mais leur concordance apparente ne signifie toutefois pas qu'il y ait eu passage continu de l'une à l'autre. Plusieurs arguments conduisent à penser en effet qu'une lacune importante sépare les dolomies de Soltanieh des schistes et grès de Kahar. Le premier, d'ordre sédimentologique, est la différence de nature totale existant entre les sédiments carbonatés et océanogènes de la formation de Soltanieh. Cette différence implique une modification trop importante et complète des conditions de sédimentation pour que celle-ci ait pu se produire de façon quasi-instantanée. Le second est que, dans plusieurs régions d'Iran - notamment dans la région-type de Zanjan - l'Infracambrien comporte, entre la formation de

Kahar et les dolomies de Soltanieh, des assises détritiques puissantes qui font totalement défaut dans la région de Soh⁽¹⁾. Enfin il convient de rappeler l'existence, dans la région de Muteh, près de Golpaygan, d'une légère discordance angulaire entre la formation de Kahar et celle de Soltanieh.

Ces différentes raisons nous conduisent à admettre que, dans la région de Soh, une lacune sépare l'Infracambrien I de l'Infracambrien II.

En ce qui concerne sa limite supérieure, la formation de Soltanieh est surmontée en concordance apparente, dans la chaîne de Soh, par une vingtaine de mètres de schistes rouge-sombre, légèrement gréseux et micacés, avec intercalations de grès, auxquels succède la puissante formation grésoschisteuse également rouge de Lalun qui représente le Cambrien inférieur. D'après son faciès, le niveau de schistes rouges reposant sur l'assise n° 13 des dolomies de Soltanieh pourrait être rapporté à la "formation de Zaigun" qui, à Zanzan et d'autres régions d'Iran, constitue le terme supérieur de l'Infracambrien. Nous estimons toutefois que, dans notre région d'étude, cette assise schisteuse représente plus vraisemblablement le terme de base de la formation cambrienne de Lalun car, à Zanzan et ailleurs, la formation de Zaigun ne repose pas directement sur les dolomies de Soltanieh mais en est séparée par l'épaisse "formation de Barut" dont aucun témoin n'existe dans la région de Soh. Ici encore, par conséquent, la concordance apparente de la formation de Lalun sur la formation de Soltanieh masque une lacune vraisemblablement importante. Il ne nous est toutefois pas possible de dire avec certitude si, dans la région de Soh, cette lacune correspond à la non-déposition des formations de Barut et de Zaigun ou si ces deux formations s'y sont déposées et ont été érodées ensuite durant une période d'émersion assez brève ayant précédé le dépôt des

(1) Comme nous l'indiquerons plus loin (p. 39), ces formations détritiques pourraient également correspondre à des sédiments de bordure de bassin accumulés en même temps qu'une partie des dolomies de Soltanieh.

premiers sédiments cambriens. La première hypothèse nous paraît préférable car nous n'avons reconnu dans la région de Soh aucun fait témoignant d'une érosion aussi considérable.

COMPARAISONS

A. Région de Zanzan

La région de Zanzan, où a été pris le type de la formation de Soltanieh [164] , comporte un Infracambrien beaucoup plus développé et beaucoup plus complet que celui de la région de Soh. Cet Infracambrien, qui surmonte la formation de Kahar, ne se limite pas à la seule formation de Soltanieh car il comporte quatre termes dont l'épaisseur totale atteint 1 700 m à 2 500 m d'épaisseur. Ce sont, de bas en haut (description résumée) :

- 1 - "formation de Bayandor", dont l'épaisseur peut varier de 0 à 500 m et qui consiste en une alternance de grès rouges et pourprés et de schistes gréseux, avec quelques intercalations de dolomies ;
- 2 - "formation de Soltanieh", d'une puissance supérieure à 1 000 m. Comme dans la chaîne de Soh cette formation se subdivise en trois termes :
 - a)- dolomies inférieures (123 m) ;
 - b)- "schistes de Chapoghlu". Malgré leur épaisseur beaucoup plus grande (247 m contre 32 m), ces schistes peuvent être regardés comme les équivalents des "schistes intermédiaires" de la coupe de Farizand de la chaîne de Soh. Ce sont des schistes calcareux et micacés, de couleur gris vert ou sombres, qui renferment les organismes fossiles (Fernoria) que nous avons signalés ci-dessus (p. 32) ;
 - c)- dolomies supérieures (790 m) dans lesquelles ont été trouvés des Collenia et des Salterella (p. 32) ;
- 3 - "formation de Barut", épaisse de 700 m, qui correspond à une alternance assez régulière de schistes colorés caractéristiques, de calcaires et de dolomies ; cette formation passe de façon progressive à la formation suivante ;

4 - "formation de Zaigun", dont l'épaisseur peut varier de 0 à 500 m. C'est une série de schistes rouges micacés, avec minces lits de grès et de schistes gréseux à "ripple marks".

Dans cette région de Zanzan, la formation éocambrienne de Lalun surmonte en transgression et discordance cartographique l'Infracambrien car sa base repose suivant les points soit sur la formation de Zaigun, soit sur celle de Barut, soit même sur les dolomies de Soltanieh.

La comparaison de l'Infracambrien de la chaîne de Soh avec celui de la région-type de Zanzan montre de façon évidente que, dans notre région d'étude, l'Infracambrien est incomplet puisqu'il ne comporte qu'un des quatre termes existant à Zanzan. Comme nous l'avons déjà indiqué, les dolomies de la formation de Soltanieh sont certainement précédées et suivies, dans la région de Soh, par des lacunes qui les séparent, malgré le repos apparemment concordant des assises, de la formation de Kahar et celle de Lalun.

B. Autres régions d'Iran

En dehors de variations d'épaisseurs plus ou moins importantes, la formation de Soltanieh présente une constitution très constante dans une large fraction du territoire iranien. Dans l'Azerbeïdjan (région de Takak), dans l'Alborz central et dans l'Est de l'Iran central (région de Shirgesht) elle comporte, comme à Soh et à Zanzan, un terme schisteux moyen (schistes de Chapoghlu) séparant une masse dolomitique inférieure d'une masse dolomitique supérieure. De même qu'à Zanzan, ces schistes ont livré dans l'Alborz central [18] des traces d'organismes énigmatiques qui ont été rapportées à des Fermoria. La superposition directe de la formation dolomitique de Soltanieh à la formation schisto-gréseuse de Kahar n'est pas limitée à la seule région de Soh. Elle a été reconnue également dans l'Alborz central [18] et dans la région de Shirgesht [143], ce qui permet de penser qu'une fraction importante du territoire iranien a été émergée (ou constituait tout au moins un haut-fond étendu soumis à un arrêt de sédimentation) durant le début de l'Infracambrien II.

Il se pourrait également que les formations de Qarahdash (voir ci-après) et de Bayandor, que l'on ne connaît encore que dans le Sud de l'Azerbeïdjan, soient les équivalents latéraux, sous faciès détritique, de la partie inférieure des dolomies de Soltanieh du reste de l'Iran central et de l'Alborz central. Dans l'Azerbeïdjan (région de Takab), les dolomies de Soltanieh sont séparées de la formation de Kahar par une épaisseur de dépôts encore plus importante qu'à Zanjan. L'Infracambrie II de cette région comporte en effet dans sa partie inférieure non seulement 500 m de grès et de schistes correspondant à la formation de Bayandor mais, en dessous de ceux-ci, une formation de 1 100 m de puissance dénommée "formation de Qarahdash" (communication personnelle de M. Alavi). C'est essentiellement à la présence de ce terme inférieur supplémentaire que l'Infracambrien de la région de Takab doit d'atteindre une épaisseur de 3 750 m. Cette formation de Qarahdash, qui n'est pas représentée à Zanjan, comprend deux termes nettement différents : dans sa partie inférieure, une alternance de dolomies, schistes et grès (500 m) et dans sa partie supérieure des tufs et coulées rhyolitiques (600 m). Cette constitution lithologique apparente la formation de Qarahdash à la "formation de Rizu" qui, à Kerman [113] et à l'Est de Yazd [113] dans le Sud de l'Iran central, représente l'Infracambrien discordant au dessus de la formation précambrienne plissée de Morad.

La lacune importante qui, dans la chaîne de Soh, se place entre les dolomies de Soltanieh et la formation de Lalun, paraît limitée à cette région. En effet, dans l'Azerbeïdjan (Takab), dans l'Alborz central et dans la région de Shirgesht, la formation de Soltanieh est séparée des premières assises cambriennes par les formations de Barut et de Zaigun dont les épaisseurs cumulées atteignent 700 à 1 000 m à Zanjan, 1 150 m à Takab, environ 1 000 m dans l'Alborz et 500 à 600 m à Shirgesht⁽¹⁾. Toutefois, nous avons

(1) Il convient de préciser que, dans cette dernière région, les assises intercalées entre les dolomies de Soltanieh et la formation de Zaigun consistent en 200 m de calcaires siliceux, dépourvus de toute intercalation de schistes colorés, dont le faciès est entièrement différent de celui sous lequel la formation de Barut se présente à Zanjan et dans les autres régions.

déjà indiqué (p. 36) que, dans la région de Zanjan, la formation éocambrienne de Lalun ne succédait pas en continuité de sédimentation à la formation de Zaigun puisque sa base peut reposer sur différents termes de celle-ci, ou même sur des assises appartenant aux formations de Barut ou de Kahar. La lacune qui correspond, dans la région de Soh, au non-dépôt ou à l'ablation des formations de Barut et de Zaigun, n'est donc exceptionnelle que par son importance et il semble par conséquent que des mouvements épirogéniques plus ou moins prononcés aient marqué d'une façon assez générale en Iran le passage de l'Infracambrien au Cambrien.

Conditions et milieu de dépôt

Les dolomies de la formation de Soltanieh, qui forment à elles seules ou presque l'Infracambrien de la chaîne de Soh, sont des dolomies diagénétiques qui se sont vraisemblablement formées dans une mer peu profonde et chaude dont les eaux étaient sans doute légèrement sursalées. Leur nature purement océanogène indique que, durant le laps de temps correspondant à leur formation, le bassin dans lequel elles se déposaient se trouvait loin de tout rivage ou était bordé de territoires très arasés dont l'érosion ne fournissait aucun élément détritique.

Les "schistes intermédiaires", qui s'intercalent entre les dolomies inférieures et supérieures, témoignent cependant qu'une modification des conditions paléogéographiques et sédimentologiques s'est produite durant une période assez courte. Cette modification, provoquée vraisemblablement par une surélévation des continents nourriciers, détermina l'apport dans le bassin de sédiments terrigènes qui arrêterent pendant un certain temps, ou tout au moins limitèrent très fortement, la sédimentation carbonatée. Etant donné que ces "schistes intermédiaires" présentent, dans la région de Soh, une épaisseur très inférieure (32 m) à celle des "schistes de Chapoghlu" de Zanjan, de l'Azerbeïdjan, de l'Alborz central et de Shirgesht (150 à 500 m) on peut penser : soit que la période durant laquelle s'est effectué leur dépôt a été beaucoup plus brève dans notre région d'étude qu'ailleurs, soit - ce qui est

plus probable - que la région de Soh se trouvait beaucoup plus éloignée que les régions ci-dessus des terres émergées dont les reliefs étaient soumis à l'érosion. Ce même éloignement des continents "nourriciers" peut être retenu pour expliquer l'absence des puissantes formations essentiellement terrigènes de Qarahdasht et de Bayandor à la base de l'Infracambrien de la chaîne de Soh, ainsi peut-être que celle des formations de Barut et de Zaigan à sa partie supérieure. Nous avons vu toutefois (p. 35) que l'absence de ces dernières pouvait ne pas être originelle mais résulter d'une érosion antérieure au dépôt des premiers sédiments cambriens.

Aperçu paléogéographique de l'Iran durant l'Infracambrien

Dans le territoire actuellement recouvert par le Golfe persique ainsi que dans tout le SW de l'Iran (chaîne du Zagros entre Bandar Abbas et le 33^e parallèle), l'Infracambrien est représenté par des sédiments évaporitiques très épais, groupés sous le nom de "formation salifère d'Hormuz", qui sont à l'origine des nombreux dômes diapyriques de sel (visibles en surface ou reconnus par sondage ou géophysique) existant dans tout ce secteur du pays. Cette formation d'Hormuz correspond à la série salifère des "Salt Ranges" du Pakistan.

Ces sédiments salifères constituent l'équivalent des dolomies infracambriennes du centre et du Nord de l'Iran auxquelles ils passent latéralement par identations. Ce passage se réalise (carte fig. 8) approximativement au Sud du 31^e parallèle, c'est-à-dire, pour ce qui intéresse l'Iran central, dans la région comprise entre Kerman et Bafq. Dans ce secteur, l'Infracambrien est représenté par les "formations de Desu" (près de Zarand) [113] où les évaporites prédominent sur les dolomies dans le Sud tandis que ces dernières deviennent prédominantes puis seules présentes dans le Nord. Cette transformation progressive des faciès a été bien mise en lumière en 1962 par R. Huckriede et al. [113] à la suite de leur étude des coupes de Zarand, de Kuhbanan (à 60 km au N de Zarand) et de Darreh Sangi (à 90 km au NW de Kuhbanan et 50 km au SE de Saghand). Dans cette dernière localité, la "forma-

tion de Desu" n'est déjà plus représentée que par 400 m de dolomies brunes et jaunâtres totalement dépourvues d'intercalations évaporitiques.

Plus au Nord encore, tout le territoire englobant les régions où les dolomies de Soltanieh sont représentées devait correspondre, suivant l'un des schémas de Richter-Bernburg (137)⁽¹⁾, à l'ouverture vers le large du bassin évaporitique méridional où la formation des dolomies remplaçait celle des chlorures et des sulfates. Durant la première partie de l'Infracambrien II, cette sédimentation dolomitique ne se réalisa sans doute que dans le centre du bassin, c'est-à-dire dans sa partie correspondant aux régions de Soh, de Shirgesht et de l'Alborz central où les dolomies de Soltanieh surmontent directement le Kahar. A peu près au même moment (ou avec un début plus précoce, les bordures sud-orientale (Kerman) et nord-occidentale (Zanjan et Takab) du bassin étaient le siège d'une puissante sédimentation détritique et terrigène résultant de la proximité vraisemblable de reliefs émergés importants. Vers le milieu de l'Infracambrien II, qui correspond au maximum d'extension des dolomies de Soltanieh, la sédimentation dolomitique étendit son domaine à tout le centre et le Nord de l'Iran. Plus tard, un rajeunissement des reliefs nourriciers, provoqué par des mouvements épirogéniques ou orogéniques, mit fin à la sédimentation chimique des dolomies. Aussi l'Infracambrien se termine-t-il, à l'exclusion de la région de Soh où son absence peut résulter d'une lacune de sédimentation ou d'une érosion, par une nouvelle série de dépôts terrigènes puissante (formations de Barut et de Zaigun).

(1) Ou encore comme au Nord du "bassin salifère" du Sahara [45].

(2) Mais non en continuité de sédimentation toutefois.

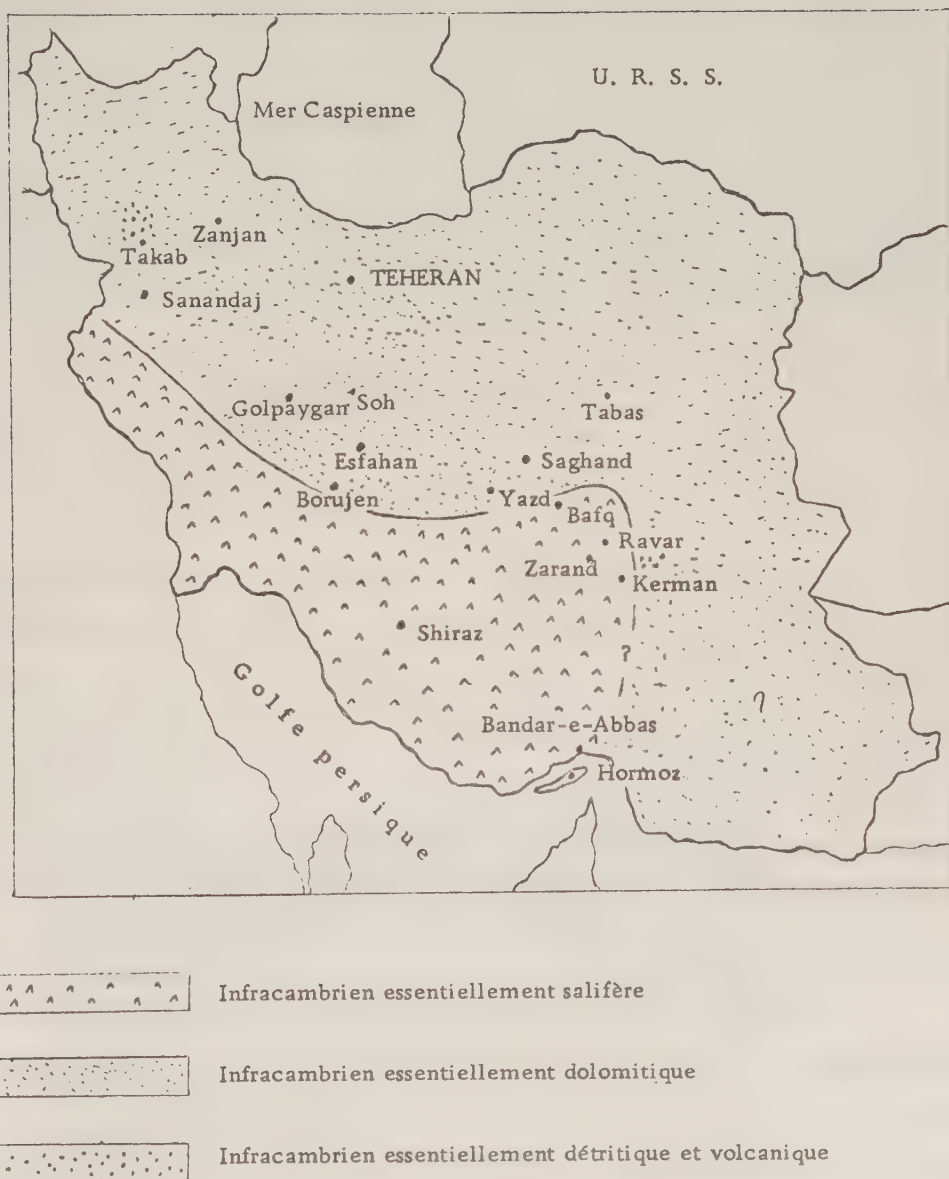


Fig. 8 - Répartition des principaux faciès de l'Infracambrien

C h a p i t r e I I I

C A M B R I E N I N F E R I E U R

(Formation de Lalun)

Le Cambrien inférieur de la région de Soh est représenté par une série de grès rougeâtres arkosiques, à stratification entrecroisée, d'une puissance de 800 m, qui correspond à la "Formation de Lalun" définie en 1963 dans l'Alborz par R. Assereto [18] . Cette formation surmonte transgressivement, mais en concordance apparente, les dolomies infracambriennes de la Formation de Soltanieh et est recouverte en concordance par la série carbonatée (dolomies et calcaires) du Cambrien moyen et supérieur que nous étudierons dans le chapitre suivant.

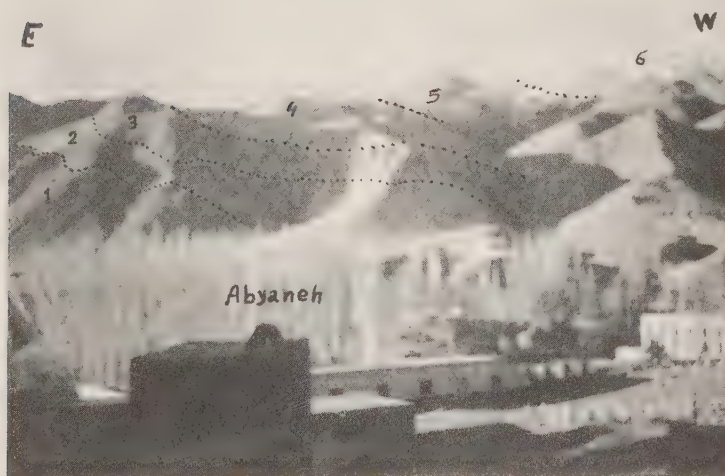
Ces assises sont localisées dans le coin NE de la région, sur le versant nord oriental de la chaîne de Soh. Elles forment le flanc SW d'un grand anticlinal surélevé qui s'allonge sur environ 25 km du NW au SE, depuis Abyaneh jusqu'au N de Tar. Le flanc NE de cet anticlinal a été supprimé tectoniquement.

Les dépôts de cette série de Lalun, dont l'épaisseur globale est de 800 m, consistent en trois termes normalement superposés qui présentent des caractères lithologiques distincts (photo 4 et fig. 9).

Planche III



Ph. 3 : 1-- Grés rouges de la "Formation de Lalun" (Cambrien inférieur) couronnés par le "Top Quartzite".
 2-- Dolomies de Mila (Cambrien moyen--supérieur).
 3-- Schistes rouges de Mila (Cambrien moyen - supérieur).
 4-- Calcaires à Tirilobites de Mila (Cambrien moyen - supérieur).
 5-- Roches volcaniques basiques.
 6-- Schistes argileux, gres et calcaires greseo - dolomitiques.



Ph. 4: 1 - Grés rougeâtres quartzitiques de Lalun (terme I).
 2 - Schistes rougeâtres avec intercalation de grés et de dolomies gréseuses (terme II).
 3 - Le "Top Quartzite" (terme III).
 4 - Dolomies, calcaires, schistes et grés de Mila (Cambro - Ordovicien).
 5 - Grés, dolomies et calcaire dolomitique (Paleozoïque Supérieur).
 6 - Dolomie (Trias).

I. Le terme inférieur, nettement plus important que les deux autres, correspond à une série de grès rouges, puissante de 650 m, qui se subdivise de bas en haut en :

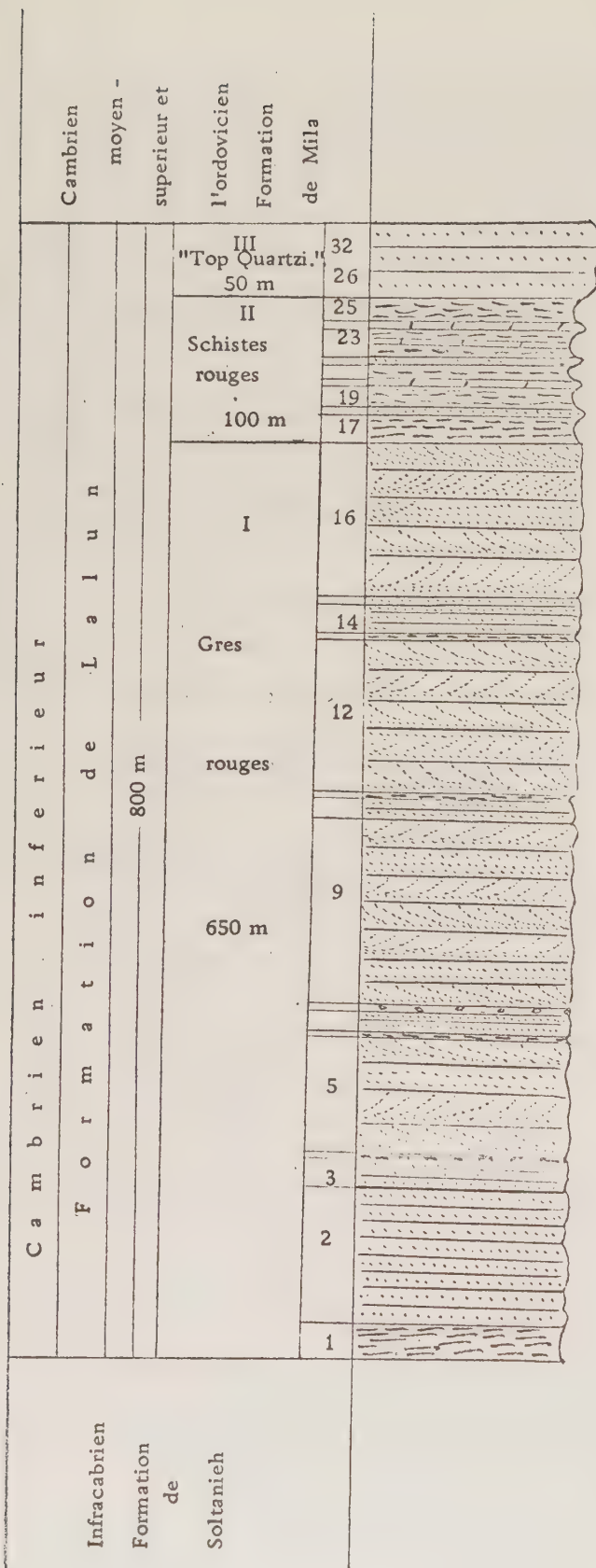
- 1 - 25 m de schistes rouges plus ou moins gréseux, en bancs de 0,15 à 0,20 m, avec de minces intercalations de grès (0,1 à 0,2 m) ;
- 2 - 95 m de grès rougeâtres arkosiques, en bancs de 0,4 à 1 m d'épaisseur. Ces grès comportent 80 à 90 % de grains de quartz d'une taille moyenne de 0,25 à 0,5 mm et 10 à 15 % de feldspaths assez altérés qu'accompagnent accessoirement des minéraux opaques ; le ciment, calcaréo-argileux, est fortement hématitique ;
- 3 - 20 m de grès quartzitiques, en bancs de 0,8 à 1,20 m d'épaisseur, formés de grains de quartz subanguleux d'une taille moyenne de 0,125 à 0,25 mm et de grains de feldspaths plus ou moins altérés. Ces grains sont cimentés par de la silice à laquelle se mélangent les produits d'altération des feldspaths ;
- 4 - 2 m de schistes rouges plus ou moins gréseux, avec minces passées gréseuses, en bancs de 5 à 10 cm ;
- 5 - 90 m de grès rouges, en bancs de 0,4 à 0,7 m d'épaisseur, constitués de grains de quartz subarrondis d'une taille moyenne de 0,1 à 0,2 mm et de grains de feldspaths assez altérés ; le ciment, calcaréo-argileux, est assez hématitique ;
- 6 - 2 m de schistes rouges assez gréseux ;
- 7 - 15 m de grès quartzitiques jaunâtres à ciment siliceux, en bancs de 0,8 à 1 m d'épaisseur, composés de grains de quartz arrondis souvent très fins (0,06 à 0,12 mm) et de grains de feldspaths altérés ;
- 8 - 1 m de grès conglomératique rougeâtre, formé de débris de schistes micacés dont la taille varie de 2 à 3 cm de longueur, de 1 à 2 cm de largeur et de 0,4 à 0,6 cm d'épaisseur. Ces éléments, qui s'allongent suivant le plan de stratification, sont cimentés par un grès rougeâtre à ciment calcaréo-argileux ;
- 9 - 130 m de grès rougeâtres ou jaunâtres, à stratification entrecroisée,

en bancs de 1 à 1,50 m d'épaisseur. Ces grès comportent 70 à 80 % de grains de quartz d'une taille très variable (0,25 à 1 mm et même 2 mm) et 5 à 10 % de feldspaths ; leur ciment est calcaréo-argileux ;

- 10 - 25 m de grès quartzitiques comparables à ceux du niveau n° 7 ;
- 11 - 2 m de schistes rouges plus ou moins gréseux ;
- 12 - 110 m de grès rouge-cerise à stratification entrecroisée, en bancs de 0,5 à 0,8 m ;
- 13 - 2 m de schistes rouges en bancs de 0,15 à 0,25 m, avec de minces intercalations de grès rougeâtres ;
- 14 - 20 m de grès quartzitiques jaunâtres, en bancs de 0,6 à 0,8 m ;
- 15 - 1 m de schistes rouges ;
- 16 - 110 m de grès rougeâtres comparables à ceux du niveau n° 9.

II. Un terme moyen, épais de 100 m, constitué essentiellement de schistes rouges :

- 17 - 20 m de schistes rouges avec intercalations de grès en bancs de 0,2 à 0,25 m ;
- 18 - 7 m de grès et schistes rougeâtres en bancs de 0,4 à 0,7 m, avec passées de dolomies gréseuses en bancs de 0,10 à 0,15 m ;
- 19 - 15 m de schistes rougeâtres avec passées brunâtres de grès à traces d'organismes ;
- 20 - 2 m de dolomies gréseuses à patine, sombre, en bancs de 0,4 à 0,5 m ;
- 21 - 10 m de schistes gréseux, avec intercalations de dolomies gréseuses en bancs de 0,25 à 0,3 m ;
- 22 - 9 m de grès jaunâtres à ciment calcaréo-dolomitique, en bancs de 0,3 à 0,4 m ;
- 23 - 20 m de schistes rougeâtres, avec intercalations de grès brunâtres et de dolomies gréseuses ;
- 24 - 2 m de dolomies gréseuses avec passées schisteuses ;
- 25 - 15 m de schistes rouges avec intercalations de grès en bancs de 0,25 à 0,35 m.



50m de quartzites blancs, bien stratifiés, avec des interlits de gres rougeâtres.

100m de schistes greseux rouges, avec des intercalations de gres rouges ou bruns et de dolomies gréseuses grises à patine sombre.

650m de gres rouges à stratification entrecroisée, avec intercalations de :
 — gres quartzitiques jaunâtres,
 — schistes argilo-greseux rouges,
 — gres c)nglomeratiques.

Fig.9 — Coupe lithologique simplifiée du Cambrien inferieur(Formation de Lalun)
 Echelle 1 : 5000

III. Le terme supérieur, distingué sous le nom de "top quartzite", correspond à 50 m de quartzites blancs :

- 26 - 13 m de quartzites blancs, comportant 80 à 90 % de grains de quartz subarrondis très fins (0,06 à 0,13 mm) ;
- 27 - 1,5 m de grès rougeâtres en bancs de 0,25 à 0,45 m ;
- 28 - 15 m de quartzites blancs en bancs de 0,4 à 0,5 m ;
- 29 - 2 m de grès jaunâtres en bancs de 0,1 à 0,2 m ;
- 30 - 7 m de quartzites blancs, comparables à ceux du niveau 26 ;
- 31 - 1,5 m de grès rougeâtres, avec très minces passées (2 à 4 cm) de schistes rouges ;
- 32 - 10 m de quartzites blancs, composés de 70 à 80 % de grains de quartz subarrondis très fins (0,06 à 0,13 mm).

Fossiles

Les traces d'organismes du niveau 19 du terme II de notre coupe sont les seuls témoins de vie reconnus dans la Formation de Lalun de la région de Soh. Dans l'Est de l'Iran Central, le même terme schisteux rouge de la formation de Lalun montre également des empreintes ainsi que quelques restes d'organismes. D'autres traces ont été reconnues dans la "formation de Lalun" de la chaîne de l'Alborz [11]. A. Seilacher [148] en a attribué quelques unes à Cruziana n. sp., en indiquant que ces traces sont identiques avec celles qu'il avait déterminées dans les grès de Magnesi des "Salt Ranges" du Pakistan, où elles coexistent avec des Redlichia et des Botsfordia. Enfin, les grès rouges du Cambrien inférieur ont également livré des Cruziana dans le Nord [102] et dans l'Est [90] de l'Iran.

Les empreintes d'organismes du terme II de notre coupe (niveau 19) étant indéterminables, elles ne peuvent fournir qu'une présomption sur l'âge des assises où elles ont été observées. Aussi, notre attribution au Cambrien inférieur de la "formation de Lalun" de la région de Soh s'appuie-t-elle sur le fait que, dans notre région d'étude comme partout ailleurs en Iran, cette formation est surmontée en continuité de sédimentation par la "formation de Mila" dont l'âge cambrien moyen et supérieur est prouvé par des fossiles.

Limites inférieure et supérieure

Une lacune de sédimentation sépare les assises de la "formation de Lalun" (Cambrien inférieur) de celles de la "formation de Soltanieh" (Infra-cambrien). Ainsi que nous l'avons déjà indiqué dans le chapitre précédent, la réalité de cette lacune ressort des deux faits suivants. Le premier est l'absence de tout terme de transition entre les dolomies infracambriennes et les grès cambriens. Le second est que les "formations de Barut et de Zaïgun" (700 à 1 000 m au total) qui, dans le Nord de l'Iran, se placent entre les dolomies de Soltanieh et les grès de Lalun, ne sont pas représentées dans la région de Soh. L'absence de ces deux formations n'est pas propre à notre région d'étude car, dans les régions de Muteh et de Mahallat [170], à l'Ouest de notre territoire, la formation de Barut manque également ainsi que la majeure partie de la formation de Zaïgun.

En ce qui concerne sa limite supérieure, la "formation de Lalun" passe en parfaite continuité de sédimentation à la "formation de Mila" comme nous l'avons déjà dit. Le passage se fait par l'intermédiaire de quelques niveaux gréseux qui, à la base des dolomies de la formation de Mila, rappellent et prolongent en quelque sorte les grès siliceux du "Top quartzite".

Comparaisons

Dans l'ensemble de l'Iran, le Cambrien inférieur ne fait défaut que dans la région de Kalmorz (W de Tabas), à l'Est de l'Iran central, où le Dévonien surmonte directement les assises plissées du Précambrien [158]. Il est présent partout ailleurs, au gré des plissements lui permettant d'affleurer, sur les 1 000 km de territoire allant de Shirgesht [143], à l'Est de l'Iran central, jusqu'à Takab [6] et à Mahabad (communication personnelle de J. Eftekhar), à l'Ouest de l'Iran.

Partout où il existe, le Cambrien inférieur d'Iran correspond à une puissante accumulation de sédiments terrigènes, principalement de grès, qui ne renferment que très peu ou pas de fossiles et où il n'est possible d'établir que des subdivisions lithostratigraphiques.

Dans l'Alborz central où a été pris le type de la "formation de Lalun", celle-ci se subdivise comme à Soh en trois termes :

- 1 - 500 m de grès arkosiques rougeâtres, à stratification entrecroisée,
- 2 - 35 m de grès pélitiques et de schistes finement sableux de teinte rouge ou verte,
- 3 - 50 m de grès sub-arkosiques blancs.

La même subdivision en trois termes se retrouve à Shirgesht, dans l'Est de l'Iran central, où la formation de Lalun montre une constitution encore plus proche de celle que cette formation présente dans la région de Soh.

1^o - 300 m de grès essentiellement quartzitiques, de teinte violet ou rouge clair, à stratification entrecroisée et "ripple marks". A sa partie supérieure ce premier terme montre des intercalations microconglomératiques dont les éléments, parfois cristallins, sont subanguleux et peuvent atteindre une taille de 5 mm.

2^o - 135 m de schistes rougeâtres avec intercalations de dolomies gréseuses et de grès partiellement quartziteux. Ce terme intermédiaire a livré, comme nous l'avons déjà dit, des empreintes et des traces d'organismes.

3^o - 60 m de quartzites blancs, constituant le type du "Top quartzite".

Le niveau de grès conglomératique (n^o 8 du terme I) de la région se retrouve dans le terme inférieur de Shirgesht, alors qu'il est inconnu dans la localité-type de l'Alborz et dans la région de Zanzan. Ce niveau conglomératique est également présent dans la région de Muteh près de Golpaygan.

Le terme II de la coupe de Soh se rapproche beaucoup du terme intermédiaire de la coupe de Shirgesht par son faciès et par son épaisseur. Au point de vue du faciès les schistes rougeâtres de ces deux localités montrent des intercalations de dolomies alors que de telles intercalations sont inconnues dans l'Alborz et à Zanzan. Pour ce qui est des épaisseurs, celles

de Soh (100 m) et de Shirgesht (135 m) sont comparables, alors qu'à Zanjan et dans l'Alborz central le terme intermédiaire de la formation de Lalun n'offre, respectivement, que 42 m et 35 m d'épaisseur.

Le "Top quartzite", qui est toujours présent au sommet de la formation de Lalun, est le terme qui présente partout le faciès et l'épaisseur les plus constants.

Comme nous l'avons déjà indiqué, le Cambrien inférieur est absent dans la région de Kalmorz (W de Tabas) [158], mais il réapparaît plus au Sud (N de Kerman) où il a été décrit sous le nom de la "série de Dahu" [113]. La coupe-type de cette série, relevée en 1962 par R. Huckriede et al. dans la région de Kerman, présente une grande analogie avec celle de la formation de Lalun ; sans toutefois lui être identique, elle est en effet entièrement constituée par des grès se partageant en 400 m de grès rouges que surmontent directement 55 m de quartzites blancs. Comme à Soh et dans le reste de l'Iran, le Cambrien inférieur représenté ici par la "série de Dahu" est surmonté en continuité de sédimentation par une série carbonatée fossilifère du Cambrien moyen.

La série de Dahu varie fortement de puissance en direction du NW. Son épaisseur, qui est de 400 m à Dahu, au Nord et au voisinage de Kerman, n'atteint plus que 110 m à Kuhbanan, à 150 km au NW de Kerman, où cette série correspond à des grès avec intercalations de dolomies. Plus au Nord, près de Darreh Sangi, à 240 km au NW de Kerman, elle est réduite à son horizon supérieur du "Top quartzite" qui, épais de 50 m, s'intercale entre des dolomies infracambriennes et une série de schistes et calcaires fossilifères du Cambrien moyen.

Conditions et milieu de dépôt

La nature essentiellement gréseuse et généralement assez grossière ou grossière des sédiments entrant dans la constitution de la formation de Lalun implique l'existence de terres émergées dont l'érosion pouvait nourrir

une sédimentation détritique puissante. Par ailleurs la fréquences des stratifications entrecroisées conduit à penser que le bassin de sédimentation était un bassin peu profond sur le fond duquel des courants étalaient les produits apportés par des cours d'eau à forte ou assez forte compétence. On retrouve dans le Cambrien inférieur d'Iran le problème posé, à une échelle encore plus grande par le Cambrien (ou Cambro-Ordovicien) du Sahara et on doit reconnaître qu'il est difficile d'imaginer le mécanisme exact ayant permis l'épandage, sur des surfaces aussi considérables, de sédiments gréseux représentant dans leur ensemble un faciès très constant. Notre géographie actuelle ne nous offre pas de modèles de référence et il faut supposer que les épandages ayant permis l'étalement de telles séries gréseuses n'ont pu se réaliser qu'à la faveur de conditions paléogéographiques différentes (quant à la morphologie des continents et des mers et aux climats) de celles qui nous sont familières dans notre cadre géographique actuel.

D'après les données fournies par l'étude du Cambrien inférieur d'Iran, on doit admettre que la partie orientale de l'Iran central (région de Kalmoraz et de Tabas) était émergée et l'on peut penser que cette zone émergée devait se prolonger sous la mer jusqu'à la région de Golpaygan en déterminant une zone haute séparant un bassin septentrional de l'Alborz d'un bassin sud-occidental du Zagros. Toutefois, l'étendue de la zone émergée de l'Est de l'Iran central était certainement insuffisante pour permettre à cette zone de fournir la masse considérable de sédiments représentés dans le Cambrien inférieur. Il semble par conséquent logique d'admettre que la majeure part de ces sédiments a dû provenir de l'érosion de masses continentales beaucoup plus importantes existant soit au Nord, en territoire soviétique, soit au Sud en Arabie séoudite.

C h a p i t r e I V
C A M B R O - O R D O V I C I E N
(Formation de Mila*)

Les assises du Cambro-Ordovicien sont localisées dans le secteur NE de notre région d'étude où elles forment la majeure partie de la crête nord-orientale de la chaîne de Soh. Elles correspondent à la "formation de Mila" qui succède en concordance (voir p. 42) au "Top quartzite" du Cambrien inférieur. Cette formation est représentée dans la région de Soh par une succession de plus de 500 m d'épaisseur de couches carbonatées (calcaires et dolomies) et de couches schisteuses, renfermant des Trilobites, que nous avons subdivisée en quatre ensembles lithologiques distincts (fig. 10) :

- I - 260 m de dolomies jaunâtres, silicifiées, avec intercalations de calcaires dolomitiques dans le tiers supérieur.
- II - 60 m de schistes argileux rougeâtres à passées de schistes gréseux et de calcaires dolomitiques.
- III - 80 m de calcaires gris à Trilobites, avec interlits de marnes verdâtres. Les calcaires sont légèrement cristallisés ; ils

* le type de cette formation a été pris au Mila Kuh, dans la partie orientale de l'Alborz central.

présentent une patine sombre et sont recoupés par des filonnets de calcite.

IV - 120 m de schistes argilo-gréseux rouges ou verdâtres avec intercalations de calcaires, de dolomies et de grès.

Les quatre horizons ci-dessus sont coupés par des intrusions de roches doléritiques qui sont liées à une coulée de roches volcaniques basiques (Pl. IV ; Photo 5) dont l'âge silurien est probable. Cette coulée qui affleure dans une direction NW-SE, se suit sur une distance de 20 km depuis Abyaneh jusqu'à la source de Mareh.

Au Sud d'Abyaneh, la coupe détaillée des quatre horizons que nous avons distingués dans la formation de Mila montre la succession suivante :

I. Dolomies de l'Horizon I (260 m)

- 1 - 5 m de dolomies claires plus ou moins gréseuses, en bancs de 15 à 25 cm ;
- 2 - 10 m de dolomies fines gris clair, en bancs de 25 à 35 cm ;
- 3 - 10 m de dolomies jaunâtres en bancs de 20 à 30 cm ;
- 4 - 5 m de dolomies gris clair, légèrement calcareuses, en bancs de 15 à 25 cm ;
- 5 - 8 m de dolomies jaunâtres, silicifiées, en bancs de 20 à 25 cm ;
- 6 - 17 m de dolomies claires en bancs de 30 à 35 cm ;
- 7 - 20 m de dolomies grisâtres finement cristallisées, fétides au choc, en bancs de 25 à 35 cm ;
- 8 - 12 m de dolomies jaunâtres fines, en bancs de 15 à 25 cm ;
- 9 - 23 m de dolomies jaunâtres à silex, en bancs de 35 à 45 cm ;
- 10 - 16 m de dolomies claires silicifiées, en bancs de 20 à 35 cm ;
- 11 - 13 m de dolomies grises à silex, en bancs de 30 à 35 cm ;
- 12 - 16 m de dolomies jaunâtres silicifiées, en bancs de 40 à 60 cm ;
- 13 - 37 m de dolomies grisâtres ou jaunâtres à silex, en bancs de 35 à 45 cm ;
- 14 - 24 m de dolomies gris clair, fines, en bancs de 30 à 40 cm ;
- 15 - 3 m de dolomie argileuse très fine, en bancs de 15 à 20 cm ;
- 16 - 1 m de calcaire dolomitique argileux, en bancs de 15 à 20 cm ;
- 17 - 17 m de dolomies jaunâtres silicifiées, en bancs de 35 à 40 cm ;

Planche IV



Ph. 5 - La position des roches volcaniques par rapport aux assises sédimentaires du Paléozoïque inférieur (Vallée de Comju).

- 1 - Grès de Cambrien inférieur (Formation de Lalun).
- 2 - Dolomie de Cambrien moyen supérieur (Formation de Mila).
- 3 - Roches volcaniques basiques de Silurien probable (Formation de "Niur")
- 4 - Grès, et alternance de grès et de dolomie de Siluro-Dévonien inférieur (Formations de "Niur" et de padeha).

- 18 - 6 m de dolomie argileuse très fine, en bancs de 15 à 20 cm ;
- 19 - 1 m de calcaire dolomitique argileux, en bancs de 15 à 25 cm ;
- 20 - 6 m de dolomies gris clair en bancs de 20 à 25 cm ;
- 21 - 10 m de dolomie fines jaune clair ou rougeâtre, en bancs de 25 à 35 cm.

II. Schistes de l'Horizon II (60 m)

- 1 - 1 m de schistes calcareux rougeâtres ;
- 2 - 7 m de schistes argileux rougeâtres ;
- 3 - 1 m de grès à ciment calcaréo-dolomitique jaunâtre ;
- 4 - 13 m de schistes argileux rougeâtres ;
- 5 - 2 m de dolomies calcareuses jaunâtres ;
- 6 - 10 m de schistes argileux rougeâtres ;
- 7 - 1 m de dolomie légèrement gréseuse jaunâtre ;
- 8 - 12 m de schistes argileux rougeâtres ;
- 9 - 1 m de grès jaunâtre à ciment calcaréo-dolomitique ;
- 10 - 10 m de schistes argileux rougeâtres ;
- 11 - 2 m de schistes légèrement gréseux rougeâtres.

III. Calcaires à Trilobites de l'Horizon III (80 m)

- 1 - 1 m de calcaire dolomitique jaunâtre, en bancs de 2 à 5 cm ;
- 2 - 3 m de dolomie calcareuse gris clair en bancs de 15 à 20 cm ;
- 3 - 2 m de dolomie grise en bancs de 20 à 25 cm ;
- 4 - 1 m de calcaire dolomitique jaunâtre en bancs de 5 à 10 cm ;
- 5 - 4 m de calcaire légèrement dolomitique gris, en bancs de 10 à 15 cm ;
- 6 - 2 m de calcaire dolomitique gris clair ou jaunâtre en bancs de 3 à 5 cm ;
- 7 - 3 m de schistes marneux verdâtres ;
- 8 - 3 m de calcaire dolomitique grisâtre, avec intercalation marneuse à débris de Brachiopodes. Ce niveau se présente en bancs de 20 à 25 cm ;
- 9 - 1 m de schistes calcaréo-argileux blanchâtres ;
- 10 - 6 m de calcaires gris à patine sombre, renfermant des Trilobites. Ce niveau se présente en bancs de 20 à 30 cm que séparent des lits de marne

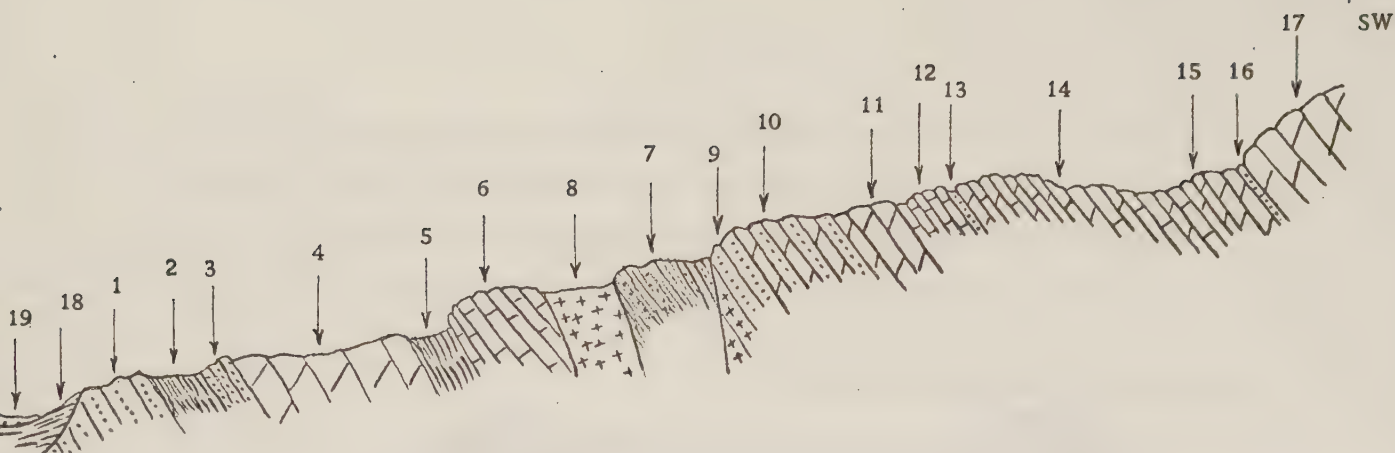


Fig. 10 - Coupe schématique d'Abyaneh montrant la succession des assises allant du Cambrien inférieur au Trias.

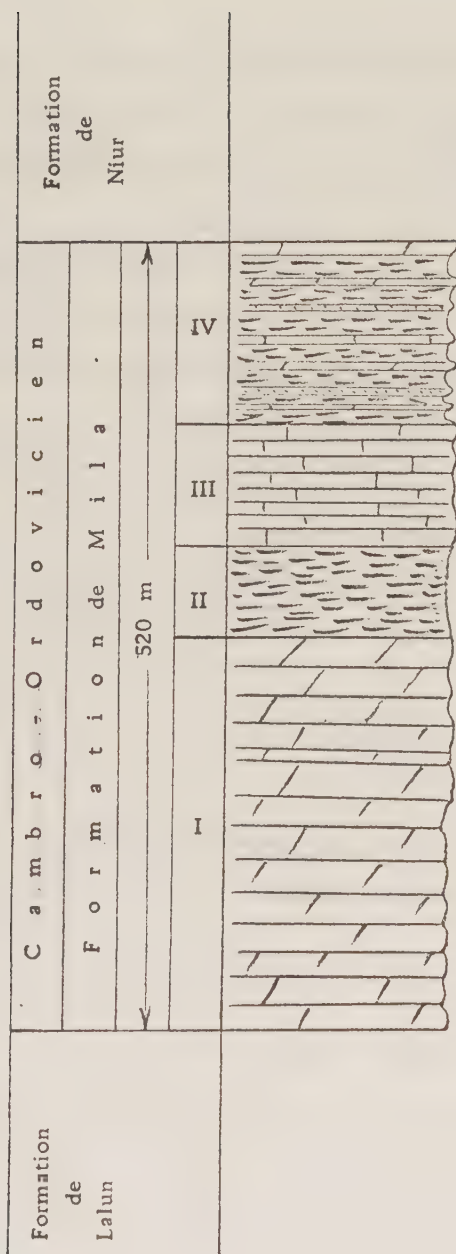
- 1 à 3 - Formation de Lalun (Cambrien inférieur)
 - 1 - Grés quartzitiques rougeâtres du terme inférieur.
 - 2 - Schistes greseux rouges du terme moyen.
 - 3 - Quartzite blanc ("Top Quartzite") du terme supérieur.
- 4 à 7 - Formation de Mila (Cambrio - Ordovicien)
 - 4 - Dolomies de l'Horizon I.
 - 5 - Schistes de l'Horizon II.
 - 6 - Calcaires à Tirilobites de l'Horizon III.
 - 7 - Schistes argilo - gréseux de l'Horizon IV.
- 8 à 10 - Formation de Niur et de Padeha (Siluro - Dévonien)
 - 8 - Roches volcaniques.
 - 9 - Grés rougeâtres ou blancs.
 - 10 - Alternance de grés et de dolomies.
- 11 et 12 - Formation de Sibzar et de Bahram (Dévonien moyen et Supérieur)
 - 11 - Dolomies grises.
 - 12 - Calcaires dolomitiques à Brachiopodes.
- 13 à 15 - Formation de Jamal (Permien)
 - 13 - Pélites et argiles kaoliniques.
 - 14 - Calcaires dolomitiques gris.
 - 15 - Dolomies sombres.
- 16 et 17 - Partie inférieure du "groupe de Soh" (Trias).
 - 16 - Grés et schistes rouges noduleux et bauxitiques (Grés d'Abyaneh).
 - 17 - Dolomies jaunâtres de la Formation de Shotori.
- 18 - Formation de Shemshak (Lias)
 - 18 - Schistes et grés.
- 19 - Quaternaire
 - 19 - Alluvions.

- argileuse de 1 à 3 cm ;
- 11 - 10 m de calcaires légèrement cristallisés, à filonnets de calcite, renfermant des débris de Brachiopodes (Obolus sp.). Les bancs calcaires, épais de 25 à 35 cm sont séparés par des lits de marne argileuse blanchâtre de 1 à 3 cm d'épaisseur ;
 - 12 - 5 m de calcaires gris clair à patine sombre, contenant des Trilobites. Les bancs calcaires, épais de 25 à 30 cm, sont recoupés par des filonnets de calcite et sont séparés les uns des autres par des intercalations marneuses de 2 à 5 cm d'épaisseur ;
 - 13 - 4 m de calcaires sombres à débris de Brachiopodes, en bancs de 15 à 25 cm ;
 - 14 - 15 m de calcaires gris clair à patine sombre, à Trilobites, se présentant en bancs de 20 à 30 cm, veinés de filonnets de calcite, que séparent des passées marneuses ;
 - 15 - 9 m de calcaires à débris de fossiles, en bancs de 25 à 35 cm, admettant des intercalations de marnes de 4 à 6 cm ;
 - 16 - 7 m de calcaires grisâtres à patine sombre, en bancs de 35 à 45 cm ;
 - 17 - 4 m de calcaires marneux gris clair, légèrement cristallisé, en bancs de 30 à 40 cm d'épaisseur.

IV. Schistes argilo-gréseux de l'Horizon IV (120 m)⁽¹⁾

- 1 - 17 m de schistes gréseux rouges, avec intercalations de calcaires gréseux en bancs de 15 à 20 cm ;
- 2 - 12 m de calcaires marneux verdâtres ou jaunâtres, à Brachiopodes et Bryozoaires, en bancs de 25 à 35 cm. Cet horizon fossilifère s'observe en particulier au Sud de Farizand ;

(1) Les parties moyenne et supérieure de cet ensemble affleurent largement dans la vallée de Comju et au Sud d'Abyaneh.



- I - 260 m de dolomies jaunâtres.
- II - 60 m de schistes rouges.
- III - 80 m de calcaires gris clairs à Tirilobites.
- IV - 120 m de schistes argilo - gréseux rouges et verdâtres avec des intercalations de de calcaires, de dolomies, de schistes gréseux et de grés blancs.

Fig. 11 - Coupe schematique d'ensemble de la Formation de Mila.
Echelle 1 : 5000

- 3 - 13 m de schistes gréseux verdâtres ou grisâtres, avec passées de grès en bancs de 10 à 15 cm ;
- 4 - 18 m de schistes gréseux rougeâtres ;
- 5 - 10 m de grès rougeâtres, avec intercalations de dolomies de teinte claire en bancs de 25 à 35 cm ;
- 6 - 14 m de schistes rougeâtres dans lesquels s'intercalent des grès rouges ou blancs en bancs de 20 à 25 cm ;
- 7 - 11 m de grès rougeâtres avec intercalations de calcaires dolomitiques en bancs de 20 à 30 cm ;
- 8 - 12 m de dolomies calcareuses fines à passées de grès quartzitiques en bancs de 20 à 30 cm ;
- 9 - 13 m de schistes rougeâtres avec intercalations de grès rouges ou blancs en bancs de 25 à 35 cm.

Fossiles

Les Trilobites et les Brachiopodes que j'ai récoltés pour la première fois dans les assises des Horizons III et IV de la région de Soh sont en cours de détermination, mais un premier résultat assure l'âge du Cambrien moyen et supérieur. Ces fossiles correspondent à ceux de la coupe-type de Mila dans l'Est de l'Alborz central.

Il convient d'ajouter que dans la coupe de Mila Kuh, la partie supérieure de la série est attribuée à l'Ordovicien sans preuve paléontologique. Dans la région de Talekhan, à environ 30 km au SW d'Alam Kuh, dans l'Ouest de l'Alborz central [143], ce même horizon (membre 5, tabl. n° 2, p. 61) a livré des Trilobites (Illaenus), des Brachiopodes et des Graptolites (Tetragraptus, Didymograptus) confirmant cet âge ordovicien.

Limites inférieure et supérieure

Dans l'ensemble de la région de Soh, la formation de Mila succède en continuité de sédimentation à la formation de Lalun, les dolomies gréseuses de sa base (niveau I₁) constituant un terme de passage entre le "Top quartzite" du sommet du Cambrien inférieur et les dolomies franches du Cambrien moyen.

En ce qui concerne sa limite supérieure, la formation de Mila est séparée de la formation suivante (formation de "Niur") (Silurien) par une lacune et il n'est pas possible d'indiquer avec certitude, en l'absence de fossiles caractéristiques, si les termes les plus élevés de cette formation doivent être ou non attribués, dans la région de Soh, à l'Ordovicien. Il convient toutefois de préciser que, malgré une grande perturbation de cette limite par des roches doléritiques (voir p. 53), l'existence de cette lacune est nettement démontrée car, dans la chaîne de Soh, une coulée de roches volcaniques basiques dont l'âge silurien est probable couvre localement les différents termes de Mila.

Comparaisons

Les faciès sous lesquels le Cambro-Ordovicien est représenté dans l'ensemble de l'Iran (voir tabl. 2, p. 61) permettent de distinguer à l'intérieur de ce pays quatre secteurs différents :

- 1 - Au N et à l'W de l'Iran (région de l'Alborz, de Takab, de Zanzan, de Gollpaygan et de Soh) les assises du Cambrien moyen-supérieur correspondent à des sédiments essentiellement carbonatés, qui présentent une puissance de 400 à 500 m, tandis que les dépôts de l'Ordovicien, principalement détritiques, offrent une épaisseur de 100 à 200 m. Ces dépôts détritiques de l'Ordovicien sont six fois moins épais que les sédiments essentiellement carbonatés de l'Ordovicien de la région de Shirgesht (voir tabl. 2, p. 61).

Secteurs	Zagros (109 et 142)	I r a n C e n t r a l					Alborz (1) Mila - Kuh et Alam - Kuh (104 et 169)	
		Kerman (103 et 142)	Ravar (142)	Kalmorz (142)	Shirgesht (143)	Soh		
Epaisseurs	1200 m	880 m	1000 m		3000 m	520 m	585 m	
Ordovicien	200 m de schistes et de grés micacés	200 m de calcaires et de schistes fossilifères	1000 m de grés et de schistes, avec intercalation de calcaires fossiliferes .		F. de Shirgesht	1200 m de marno-calcaires et de gres argilo--schisteux fossilifères	120 m de schistes argilo-gréseux avec passées de calcaires dolomitiques	129 m de schistes argilo-gréseux ou 175m de(Alam-Kuh) marno-calcaires et grés fossilifères
Cambrien moyen - Supérieur	1000 m de schistes, de calcaires et de dolomies fossilifères	450 m de dolomies et de calcaires fossilifères			Formation de Derenjal	600m de calcaires fossilifères	80 m de calcaires fossilifères avec passées marneuses	96 m de grés et de marnes fossilif. du som. du Camb. super.
		130 m de grés quartzitiques				200 m de schistes grés-eux avec pseudomorphoses de cristaux de sel	60 m de schistes argilo-gréseux	82 m de calc. glauconieux fossilifères
		100 m de dolomies et de calcaires fossilifères du Cambrien inférieur et moyen			F. de Kalshaneh	1000 m de calcaires, de schistes gypsifères et de roches volcaniques basiques	260 m de dolomies avec passées de calcaires dolomitiques	89 m de calcaires fossilifères

Tabl 2 — Correlations entre les formations Cambro - Ordoviciennes de quelques régions d'Iran.

(1) - Une série comparable à celle de l'Alborz a été reconnue dans les régions de Zanjan (164), de Takab (5) et de Golpaygan (170).

- 2 - Au NE et au SE de l'Iran central (régions de Shirgesht-Ozhak Kuh et de Kerman) le Cambro-Ordovicien est représenté par des dépôts essentiellement carbonatés atteignant une épaisseur de 900 m à Kerman et de 3 000 m à Shirgesht.
- 3 - Dans l'E de l'Iran central, les sédiments cambro-ordoviciens sont soit absents (région de Kalmorz), soit représentés par des dépôts essentiellement détritiques de 1 000 m d'épaisseur (région de Ravar).
- 4 - Au S de l'Iran, dans la région du Zagros, des sédiments également détritiques, d'une puissance de plus de 1 200 m, représentent le Cambro-Ordovicien.

Conditions et milieu de dépôts

Aux dépôts détritiques de très faible profondeur, ou même en partie continentaux du Cambrien inférieur (formation de Lalun) succédèrent, au début du Cambrien moyen-supérieur les sédiments essentiellement carbonatés de la "formation de Mila" qui marquent un certain approfondissement de la mer ainsi qu'un aplanissement des reliefs nourriciers et un ralentissement des apports terrigènes. Cette mer, ouverte et à salure normale comme en témoignent les faunes qui y vivaient, présentait sa profondeur maximale vers le Nord. Un territoire insulaire émergé (Kalmorz), dont l'érosion alimentait la sédimentation détritique de la région de Ravar, existait entre les régions de Shirgesht au Nord et de Kerman au Sud. La surrection de cette "île" de Karmorz détermina, dans le bassin septentrional de Shirgesht-Ozhak Kuh, l'épanchement d'intrusions magmatiques basiques.

Au Sud, dans la région du Zagros qui n'avait pas subi de mouvements intenses, les sédiments essentiellement détritiques et rarement carbonatés du Cambro-Ordovicien ne sont associés à aucune manifestation volcanique.

Enfin, l'augmentation relative du matériel terrigène et la diminution générale corrélative des sédiments d'origine chimique marquent, durant l'Ordovicien, une nette tendance à l'émersion d'une grande partie de

l'Iran. Cette tendance entraîna probablement une diminution de profondeur de la mer, mais les dépôts marneux et calcaires des régions de Shirgesht-Ozhak Kuh, de Kerman, d'Alam Kuh, etc... indiquent toutefois que, dans ces différents secteurs, cette mer présentait des profondeurs encore notables.

C h a p i t r e V

S I L U R O - D E V O N I E N I N F E R I E U R

(Formations de Niur et de Padeha)

Les assises de Siluro-Dévonien inférieur sont localisées au NE de la région, sur les deux versants, oriental et occidental, de la chaîne de Soh. Sur le versant oriental elles se situent 1^o) au S et à l'E de la montagne de Sarguerd, qui culmine à 3.230 m ; 2^o) au S et à l'E de la source d'Asbejan. Sur le versant occidental, ces assises s'observent à l'E de Soh, dans les vallées de Zirpol, de Negeleh et de Lamamad, ainsi qu'au Nord, près de Sarmaq-e-Soh.

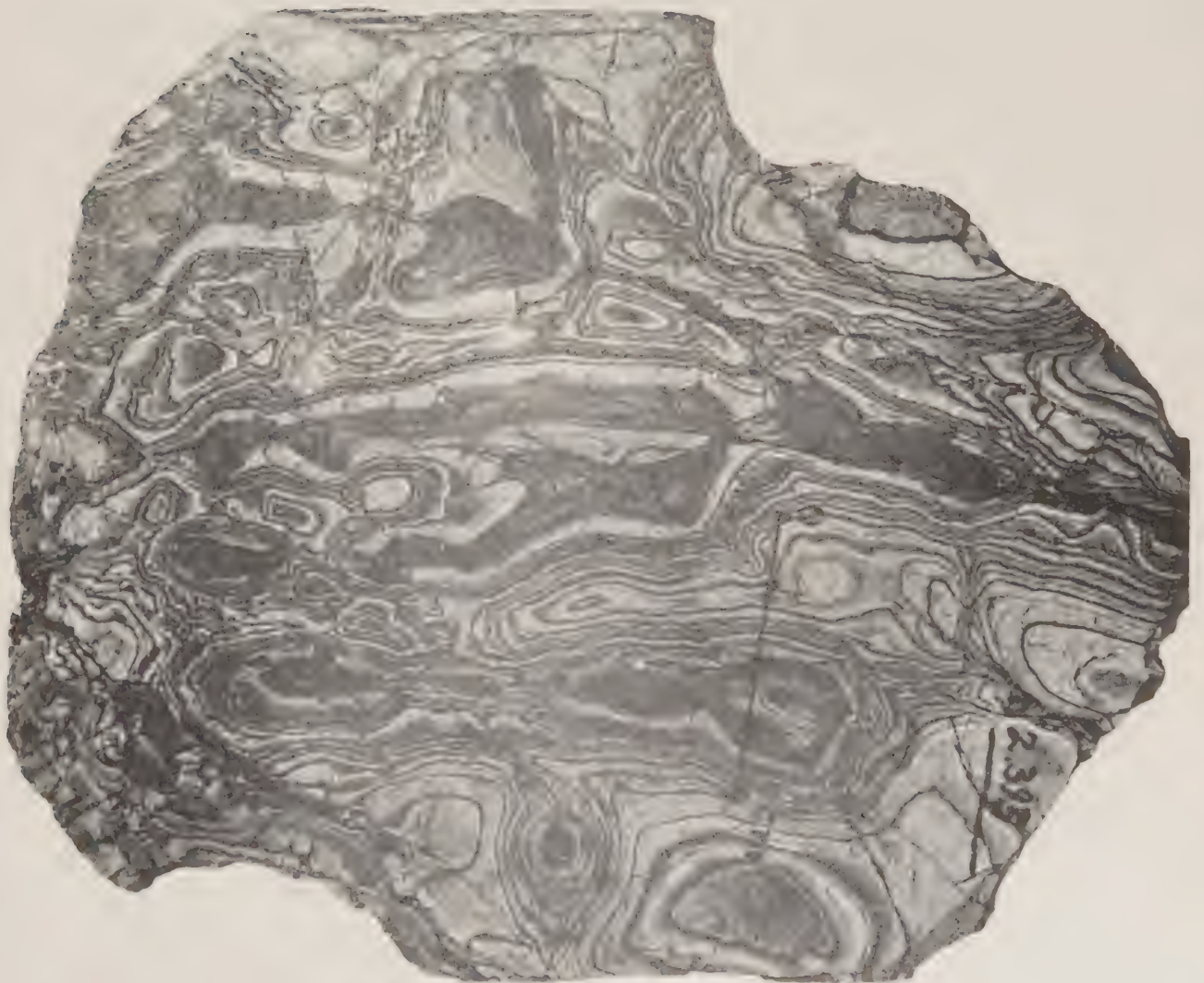
Les dépôts de cet âge, dont la nature est essentiellement gréseuse, constituent deux ensembles lithologiques distincts qui se succèdent normalement et de façon progressive. Ce sont, de bas en haut :

- I. 260 m de grès rougeâtres et de roches volcaniques ;
- II. 250 m d'alternance de grès jaunâtres et de dolomies sombres avec minces intercalations de schistes rouges.

Ces deux ensembles sont comparables respectivement, comme nous le verrons plus loin, le premier à la "formation de Niur" et le second à la



Ph. 6 - Surface à ripple - marks dans les grés de la Formation de Padeha.



Ph. 7 - Structures énigmatiques probablement d'origine diagenetique: (Formation de Padeha)

"formation de Padeha" de la région de Shirgesht, dans l'Est de l'Iran central, ou plus exactement de la région d'Ozbak-Kuh (90 km au N de Shirgesht) où ont été relevées les coupes-types.

Dans la région de Soh, la coupe détaillée de ces deux formations montre la succession suivante, de bas en haut :

I. Série gréseuse et volcanique inférieure (≡ formation de Niur)

- 1 - 10 m de grès ferrugineux rougeâtres, en bancs de 25 à 35 cm ;
- 2 - 50 m de roches volcaniques basiques (dolérites). Ces roches, qui affleurent largement au fond de la vallée de Farizand, se présentent sous la forme d'un sill intrusif à celui des assises qui l'encadrent ;
- 3 - 20 m de grès rouges ferrugineux, à grains de quartz subarrondis, de 0,25 à 0,5 mm, liés entre eux par un ciment ferrugineux généralement hématitique ou parfois par des argiles. Ces grès se présentent en couches de 20 à 25 cm d'épaisseur ;
- 4 - 16 m de grès rougeâtres, en bancs de 30 à 35 cm d'épaisseur ;
- 5 - 35 m de grès rouges ou verdâtres, en bancs de 25 à 30 cm d'épaisseur ;
- 6 - 10 m de quartzites blancs à grain fin (0,125 à 0,250 mm), en bancs de 30 à 35 cm d'épaisseur ;
- 7 - 15 m de grès quartzitiques blancs à grain moyen (0,25 à 0,5 mm) se présentant en bancs de 30 à 40 cm d'épaisseur ;
- 9 - 3 m de calcaire gris sombre, légèrement gréseux, à filonnets de calcite, renfermant des débris de Brachiopodes. Ce niveau, qui forme des bancs de 30 à 40 cm d'épaisseur, présente un caractère lenticulaire ;
- 10 - 25 m de grès rouges à ciment calcaréo-argileux, en bancs de 20 à 30 cm d'épaisseur ;
- 11 - 15 m de quartzites blancs en bancs de 25 à 35 cm d'épaisseur ;
- 12 - 10 m de grès rougeâtres, en bancs de 30 à 40 cm d'épaisseur ;
- 13 - 21 m de grès rouges à ciment calcaréo-argileux, en bancs de 20 à 30 cm d'épaisseur.

II. Série gréso-dolomitique supérieure (≡ formation de Padeha)

- 1 - 5 m de dolomie grise, sombre, en bancs de 20 à 25 cm d'épaisseur ;
- 2 - 30 m de grès jaunâtres ou brunâtres, formés de grains de quartz subar-rondis de 0,5 à 1 mm, à ciment calcaire, en bancs de 30 à 40 cm d'épais-seur ;
- 3 - 6 m de dolomie grise, sombre, en bancs de 20 à 25 cm d'épaisseur ;
- 4 - 1 m de schistes gréseux rouges ;
- 5 - 25 m de grès brunâtres ou rougeâtres, à ciment calcaréo-argileux, à stra-tification entrecroisée, en bancs de 40 à 45 cm d'épaisseur ;
- 6 - 4 m de dolomie grise, sombre, en bancs de 20 à 25 cm d'épaisseur ;
- 7 - 10 m de grès jaunâtres ou mauves, à ciment calcaréo-dolomitique et de sidérose, à stratification entrecroisée, en bancs de 30 à 35 cm d'épais-seur ;
- 8 - 2 m de schistes marno-gréseux verdâtres ou rougeâtres, avec minces in-tercalations (10 à 15 cm) de conglomérats ;
- 9 - 20 m de grès brunâtres, à ciment calcaréo-argileux, dont les bancs mon-trent souvent à leur face supérieure des traces de courants (rides) très remarquables (photo n° 6, pl. V) ;
- 10 - 3 m de dolomie gris sombre, en bancs de 20 à 25 cm d'épaisseur ;
- 11 - 35 m de grès jaunâtres ou rougeâtres, à stratification entrecroisée, en bancs de 30 à 35 cm d'épaisseur ;
- 12 - 1 m de schistes gréseux rouges ;
- 13 - 22 m de grès brunâtres ou rougeâtres, à "Ripple-marks", en bancs de 20 à 25 cm d'épaisseur ;
- 14 - 4 m de dolomie grise, sombre, en bancs de 20 à 25 cm d'épaisseur ;
- 15 - 15 m de grès jaunâtres, à ciment calcaréo-argileux, en bancs de 30 à 35 cm d'épaisseur ;
- 16 - 1 m de schistes gréseux rouges ;
- 17 - 30 m de grès brunâtres ou jaunâtres, à stratification entrecroisée, avec "Ripple-marks", en bancs de 30 à 40 cm d'épaisseur ;
- 18 - 2 m de dolomie grise, sombre, en bancs de 20 à 25 cm d'épaisseur ;

- 19 - 10 m de grès jaunâtres à grains de quartz subarrondis de 0,5 à 1 mm, à ciment dolomitique jaunâtre, en bancs de 30 à 35 cm d'épaisseur ;
- 20 - 1 m de schistes gréseux rouges ;
- 21 - 23 m de grès rougeâtres à ciment calcaréo-argileux, en bancs de 25 à 30 cm d'épaisseur.

Fossiles

Les débris de Brachiopodes du niveau n° 9 sont les seuls témoins fossiles qui aient été observés dans la série des assises que nous venons de décrire. Notre région d'étude n'apporte donc pas d'arguments paléontologiques nouveaux venant confirmer l'âge siluro-dévonien inférieur des formations de Niur et de Padeha. L'attribution de ces formations au Silurien et au Dévonien inférieur résulte tout d'abord de leur position stratigraphique entre la série cambro-ordovicienne de Mila (chap. IV) et la "formation de Bahram" (chap. VI), dont l'âge dévonien moyen et supérieur est démontré paléontologiquement. Elle résulte aussi de la découverte, dans la "formation de Niur" de Shirgesht et d'Ozbak Kuh (E de l'Iran central), d'une série de Coraux (Halysites, Favosites, Heliolites, Tryplasma, Cystiphyllum), de Brachiopodes (Fascicostella, Conchidium, Eospirifer, Howellella, Protathyris, Retziella), de Nautiloides (Dawsonoceras) et de Conodontes (Hadrognathus, Spathognathodus, Ozarkodina, Trichonodella) et Trilobites (Calymene, Dalmanites, Syphaspis), indiquant le Silurien moyen et supérieur (étages de Wenlock et Ludlow).

L'âge silurien terminal des Conodontes récoltés au sommet de la formation de Niur permet d'attribuer au Dévonien inférieur la formation superposée de Padeha qui est azoïque.

Limites inférieure et supérieure

Dans la région de Soh, la superposition directe des grès ferrugineux du niveau 1 et des roches volcaniques du niveau 2 de la "formation de Niur" à différents termes de la formation antérieure de Mila implique l'exis-

tence, entre ces deux formations, d'une lacune de sédimentation. Cette lacune régionale est confirmée par le fait que la région de Soh ne montre aucun équivalent des 180 m de calcaires et de schistes gréseux fossilifères qui, à la base de la formation de Niur, représentent le Silurien moyen dans la région de Shirgesht. Dans notre région d'étude en outre, la limite entre formation de Mila et formation de Niur est perturbée soit par des accidents tectoniques, comme dans les vallées de Lamamad et de Zirpol, soit par la présence des intrusions de roches doléritiques qui sont directement liées à des roches volcaniques basiques de la base de la formation de Niur.

La formation de Padeha succède en continuité de sédimentation à la formation de Niur et passe de façon progressive, par interdigitations, aux assises essentiellement calcaires du Dévonien moyen supérieur.

Caractères généraux

Par suite de sa nature essentiellement gréseuse, la formation de Niur présente une certaine analogie avec la formation de Lalun du Cambrien inférieur et cette analogie pourrait entraîner des confusions lorsque, à la suite d'accidents structuraux ou par suite d'une lacune de visibilité, ces deux formations ne sont pas séparées l'une de l'autre par la formation essentiellement calcaire de Mila. Toutefois, certaines particularités lithologiques permettent de distinguer les grès de Lalun de ceux de Niur. Alors que les premiers sont uniformément rouges, les seconds ne présentent la même coloration que sur le versant occidental de la chaîne de Soh (vallées de Lamamad et de Zirpol) et au Nord, près de Sarmaq-e-Soh, mais deviennent blanchâtres, ou tout au moins beaucoup moins rougeâtres, sur le versant oriental, au Sud et à l'Est de la source d'Asbejan. Quant à la formation de Padeha, sa teinte générale jaunâtre ainsi que les nombreuses intercalations dolomitiques qu'elle renferme permettent de la distinguer facilement de la formation de Lalun. Elle présente en outre une stratification plus marquée et montre des "ripple marks" plus nombreux.

Comparaisons

Bien que la "formation de Niur" soit dépourvue, dans la région de Soh, de calcaires fossilifères, elle peut être mise en équivalence, ainsi que la "formation de Padeha" qui la surmonte, avec les formations de Niur et de Padeha telles qu'elles ont été définies dans les régions de Shirgesht et d'Ozbak Kuh où elles constituent le "groupe de Gushkamar" [143 et 144].

Dans sa localité-type d'Ozbak Kuh, la formation de Niur présente la succession schématisée suivante :

- 150 m de dolomies ;
- 200 m de calcaires et de schistes ;
- 100 m de dolomies, calcaires et schistes.

Dans la région de Shirgesht, à environ 90 km plus au Sud, la même formation montre de bas en haut :

- 180 m de calcaires, marnes, grès et roches volcaniques doléritiques, avec, dans les calcaires et dans les marnes, des coraux, des brachiopodes et des bryozoaires ;
- 236 m de grès et de quartzites, avec deux intercalations de calcaires gréseux à brachiopodes et bryozoaires ;
- 212 m de calcaires gréseux à coraux et bryozoaires, avec une intercalation de grès.

Ces deux coupes montrent que, dans l'Est même de l'Iran, le Silurien peut présenter de fortes variations de faciès sur des distances assez courtes ainsi que A. Ruttner l'avait souligné lorsqu'il avait défini la "formation de Niur" [143 et 144]. Il n'est pas étonnant par conséquent d'observer, dans la région de Soh, qui se trouve à plusieurs centaines de kilomètres de Shirgesht et d'Ozbak Kuh, un Silurien dont la constitution lithologique soit assez différente de celles qu'il présente dans l'Iran oriental. Toutefois, la "série gréseuse et volcanique inférieure" de notre région d'étude, dont l'épaisseur est de 260 m, peut être regardée avec vraisemblance comme l'é-

quivalent du terme moyen gréseux de 236 m d'épaisseur de la coupe de Shirgesht.

Dans les montagnes du Zagros (Tang-i-Zaukin, dans le Loristan), le Silurien n'est représenté que par environ 100 m de schistes à graptolites (Monograptus, Diplograptus et Climacograptus) qui correspondent au seul Silurien inférieur (Valentien) [109].

Nous rappellerons enfin qu'en dehors de l'Iran, dans différents secteurs de l'U.R.S.S. (Caucase et Transcaucasie, plate-forme russe, province de l'Altaï, Saïan et plate-forme sibérienne), le Silurien est représenté soit par des calcaires gréseux à coraux (Tabulés : Favosites, Halysites) soit par des schistes et grès à graptolites.

En ce qui concerne la "série gréso-dolomitique supérieure" de la région de Soh, celle-ci présente une constitution très comparable à celle de la "formation de Padeha" de l'Est iranien. Dans sa localité-type d'Ozbak Kuh, cette formation correspond, comme à Soh, à une alternance de grès quartzitiques rougeâtres, avec "ripple marks" et stratification entrecroisée, et de dolomies gréseuses. Il s'y trouve toutefois en outre des intercalations évaporitiques importantes qui n'existent ni à Soh ni à Shirgesht. Dans cette dernière localité, la formation de Padeha n'est représentée en effet, sur 730 m d'épaisseur, que par des grès rougeâtres dans lesquels les intercalations dolomitiques sont moins abondantes qu'à Soh.

Si l'on excepte les variations mineures, il semble que la sédimentation ait été beaucoup plus uniforme, sur de très grandes surfaces, au Dévonien inférieur qu'au Silurien.

Dans la région de Kerman [113], le Siluro-Dévonien est représenté par une série de grès, de schistes et de dolomies qui surmonte d'Ordovicien moyen calcaréo-schisteux fossilifère. Il est vraisemblable de penser que la base gréseuse de cette série correspond encore à l'Ordovicien supérieur,

mais les schistes qui viennent au dessus renferment des graptolites indiquant leur appartenance au Silurien.

Dans les montagnes du Zagros (Loristan), l'existence du Siluro-Dévonien inférieur n'est pas démontrée. On connaît seulement, entre les schistes à graptolites bien datés du Valentien et les calcaires fossilifères du Permo-Carbonifère, une série de 120 m d'épaisseur de grès quartzitiques et de schistes dont on peut seulement dire qu'elle se place dans l'intervalle de temps compris entre le Silurien inférieur et le Carbonifère supérieur

109 .

Conditions et milieu de dépôts

La nature des sédiments entrant dans la constitution du Silurien et du Dévonien inférieur d'Iran (grès, schistes, calcaires, dolomies, évaporites) indique un milieu de dépôt marin de faible profondeur et même, localement, un milieu lagunaire.

Les mouvements épirogéniques de la fin de l'Ordovicien et du début du Silurien déterminèrent dans quelques secteurs (Soh, Shirgesht) la montée d'un magma basique. Ils provoquèrent une régression marine qui entraîna, pendant le Silurien inférieur, l'émersion d'une grande partie de l'Iran, notamment celle de la région de Soh. Durant cette période, la mer paraît avoir été cantonnée dans le NE et le SE de l'Iran central (régions d'Ozbak Kuh, de Shirgesht et de Kerman) et dans le Zagros.

A partir du Silurien moyen, et jusqu'à la fin du Silurien, la mer réenvahit au moins en partie les territoires précédemment émergés, mais sous une tranche d'eau vraisemblablement assez faible. En revanche, les bassins préexistants d'Ozbak Kuh et du Kerman paraissent avoir subi un certain approfondissement. On notera que la faune récoltée dans le Silurien d'Ozbak Kuh indique qu'il existait des relations très ouvertes entre la mer recouvrant cette région et celles s'étendant sur l'U.R.S.S. et la région de la Baltique.

Au Dévonien inférieur, la profondeur de la mer paraît avoir diminué sur la majeure partie de l'Iran central et méridional ainsi qu'en témoignent les fréquentes stratifications entrecroisées et rides des grès de la formation de Padeha. Cette diminution de profondeur fut particulièrement sensible dans l'Est de l'Iran, notamment, dans le précédent "bassin" d'Ozbak Kuh, où se formèrent durant cette époque des sédiments évaporitiques.



Fig. 13 - Schéma paleogéographique du Centre et du Sud de l'Iran pendant le Silurien (Formation de Niur).



Faciés essentiellement calcaire(bassin d'Ozbak - Kuh).



Faciés essentiellement schisteux (Zagros .et Kerman).



Faciés principalement gréseux, pratiquement azoïque, ou absence du sedimentation.



Fig. 14 - Schéma paleogéographique du Centre et du Sud de l'Iran pendant le Dévonien inférieur (Formation de Padeha).



Faciés gréseux et évaporitique



Faciés essentiellement gréseux

C h a p i t r e VI

D E V O N I E N M O Y E N S U P E R I E U R

(Formation de Sibzar et de Bahram)

Les assises du Dévonien moyen et supérieur sont localisées dans le secteur NE de notre région d'étude, sur les deux versants de la chaîne de Soh. Sur le versant oriental elles affleurent largement au Sud d'Abanyeh dans la vallée de Farizand, et au N et au SW de Chimeh ; sur le versant occidental, elles peuvent être étudiées dans les vallées de Negeleh et de Zirpol, à l'E de Soh, et dans la vallée de Tar, au N et à l'E de la source de Varkamar.

Ces assises, qui reposent en superposition normale sur la formation gréso-dolomitique de Padeha, constituent deux ensembles lithologiques distincts (fig. 15) :

- un ensemble calcaréo-dolomitique inférieur, de 0 à 40 m d'épaisseur, pratiquement azoïque, correspondant à la "formation de Sibzar" ;
- un ensemble supérieur de calcaires noirs à Brachiopodes, épais de 100 m, correspondant à la "formation de Bahram".

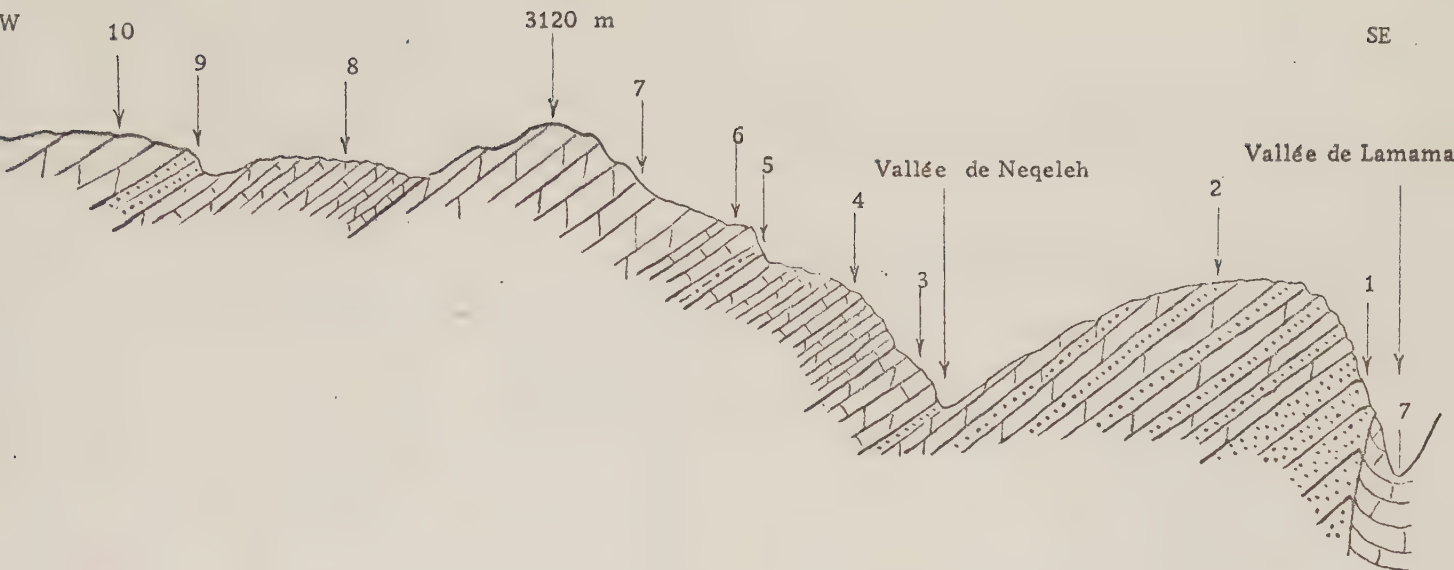


Fig. 15 - Coupe schématique de Neqeleh (E de Soh)montrant la série des assises allant du Siluro - Dévonien au Trias.

Légende. -

- 1 - Grès rougeâtres et quartzites blancs, équivalent de la Formation de Niur (Silurien).
- 2 - Alternance de grès rougeâtres à stratification entrecroisée et traces de rides, de dolomies sombres et de schistes rouges de la Formation de Padeha(Dévonien-inférieur).
- 3 - Dolomies et calcaires dolomitiques de la Formation de Sibzar(Dévonien moyen supérieur).
- 4 - Calcaires noirs à Brachiopodes, Trilobites, Coraux, Tentaculites et calcaires dolomitiques, avec minces passées de schistes siliceux ou marnes verdâtres(Dévonien moyen-supérieur).
- 5 - Pérites et argiles kaolinitiques nodulaires verdâtres (Permien).
- 6 - Calcaires beige clair à entroques et Fusulines du Permien.
- 7 - Dolomies grises et calcaires dolomitiques à Fusulines du Permien.
- 8 - Dolomies sombres, silicifiées, du Permien.
- 9 - Gres avec intercalations de schistes bauxitiques nodulaires, de teinte rouge(base du Trias).
- 10- Dolomies jaunâtres du Trias.

La coupe détaillée de ces deux formations, relevée sur le versant NW de la vallée de Nogeleh, montre de bas en haut la succession suivante :

I. Série calcaréo-dolomitique de Sibzar

- 1 - 9 m de calcaires dolomitiques gris clair, en bancs de 25 à 35 cm d'épaisseur ;
- 2 - 5 m de dolomie claire, légèrement gréseuse, en bancs de 30 à 40 cm d'épaisseur ;
- 3 - 8 m de calcaires cristallins gris clair, à coraux, en bancs de 40 à 45 cm d'épaisseur ;
- 4 - 3 m de dolomie sombre, en bancs de 30 à 40 cm d'épaisseur ;
- 5 - 5 m de calcaires dolomitiques gris clair, gréseux, en bancs de 40 à 45 cm d'épaisseur ;
- 6 - 4 m de calcaire cristallin blanchâtre, légèrement gréseux, en bancs de 35 à 45 cm d'épaisseur ;
- 7 - 6 m de dolomie sombre, gréseuse, en bancs de 30 à 40 cm d'épaisseur.

II. Série calcaire de Bahram

- 1 - 0,3 m de grès argileux brunâtre ou verdâtre ;
- 2 - 10 m de calcaires dolomitiques gris sombre, en bancs de 40 à 50 cm d'épaisseur ;
- 3 - 0,2 m de schistes siliceux verdâtres ;
- 4 - 7 m de calcaires dolomitiques noirâtres, en bancs de 40 à 45 cm d'épaisseur, renfermant de très petits brachiopodes ;
- 5 - 0,3 m de péliite verdâtre ;
- 6 - 11 m de calcaires dolomitiques gris sombre, à brachiopodes et trilobites (pl. VI, photo 8 et 9), en bancs de 50 à 55 cm d'épaisseur ;
- 7 - 30 m de calcaires dolomitiques noirâtres, rarement fossilifères en bancs de 30 à 35 cm d'épaisseur, séparés par de minces intercalations de péliite verdâtre ;

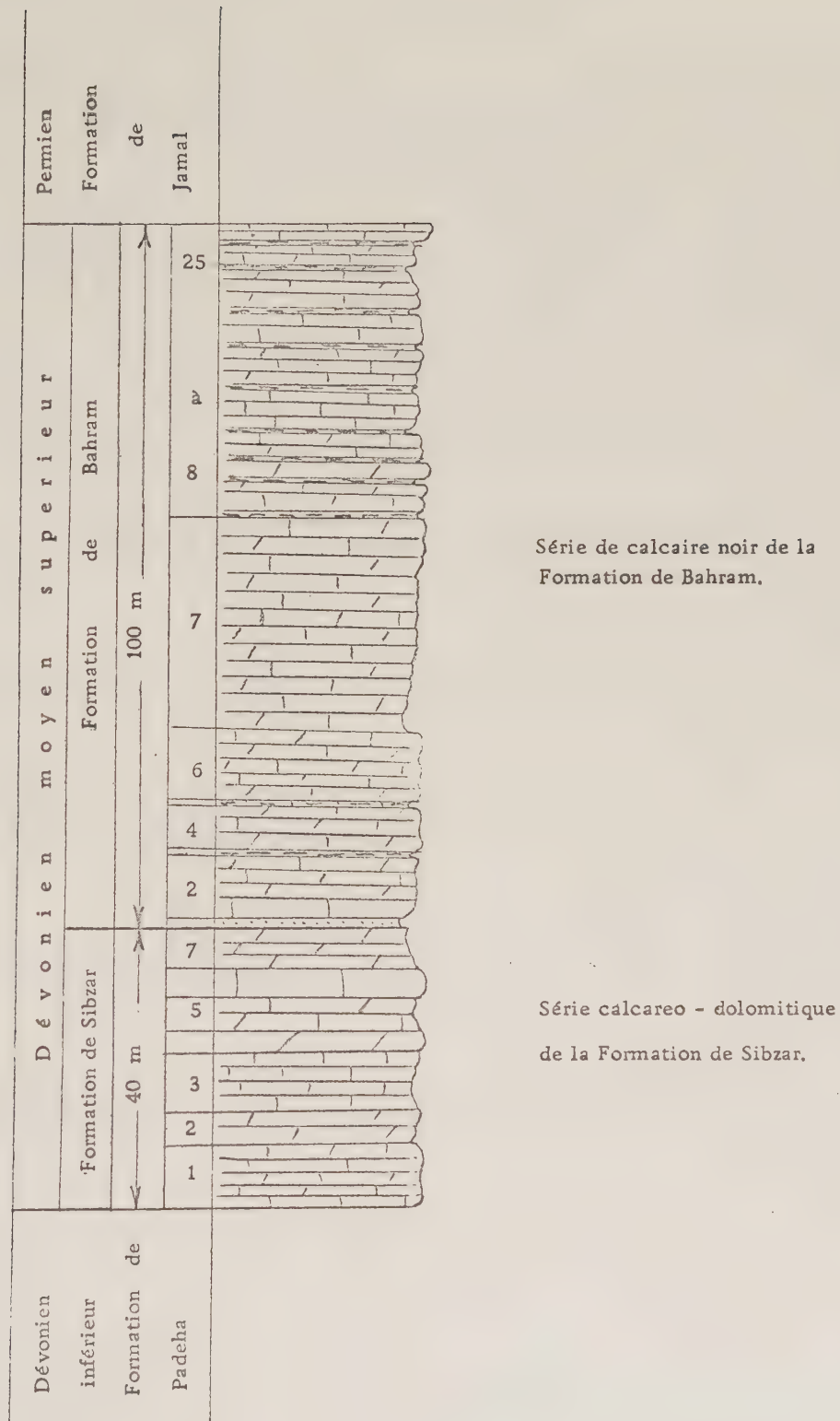


Fig. 16 - Formation de Sibzar et de Bahram du Dévonien moyen supérieur
(Coupe de Negeleh)
Echelle 1 : 1000

- 8 - 0,2 m de marne verdâtre ;
- 9 - 5 m de calcaires dolomitiques noirs à brachiopodes et coraux (pl. VII, photo 13), en bancs de 35 à 40 cm d'épaisseur ;
- 10 - 0,3 m de pélite gris verdâtre ;
- 11 - 2 m de calcaires dolomitiques gris foncé, à brachiopodes et tentaculites, en bancs de 25 à 30 cm d'épaisseur ;
- 12 - 0,2 m de schistes argileux et siliceux verdâtres ;
- 13 - 3 m de calcaires dolomitiques gris foncé, à brachiopodes et tentaculites, en bancs de 30 à 35 cm d'épaisseur ;
- 14 - 0,2 m de marne verdâtre ;
- 15 - 5 m de calcaires noirs à brachiopodes et coraux, en bancs de 30 à 35 cm d'épaisseur ;
- 16 - 0,2 m de pélite gris verdâtre ;
- 17 - 6 m de calcaires dolomitiques gris foncé, riches en brachiopodes, en bancs de 35 à 40 cm ;
- 18 - 0,3 m de schistes siliceux verdâtres ;
- 19 - 4 m de calcaires noirs à brachiopodes et gastéropodes, en bancs de 20 à 25 cm d'épaisseur ;
- 20 - 0,2 m de pélite verdâtre ;
- 21 - 5 m de calcaires dolomitiques gris à brachiopodes, en bancs de 35 à 40 cm ;
- 22 - 0,4 m de pélite verdâtre ;
- 23 - 4 m de calcaires dolomitiques gris à brachiopodes, en bancs de 30 à 35 cm ;
- 24 - 0,2 m de pélite verdâtre ;
- 25 - 5 m de calcaires dolomitiques noirâtres à brachiopodes, en bancs de 25 à 30 cm d'épaisseur.

Fossiles (1)

Les fossiles de la "formation de Bahram" que nous avons récoltés dans la région de Soh proviennent de cinq localités différentes. Comme nous allons le voir, ils appartiennent dans leur majorité au Givétien et au Frasnien et, pour l'un d'eux, au Faménien ; mais leur récolte n'ayant pas été faite banc par banc, il ne nous est pas possible de préciser la part prise par chacun de ces étages dans la constitution de la formation de Bahram.

1. Coupe de Negeleh, à environ 15 km à l'ENE de Soh (fig. 15 et 16)

Brachiopodes : *Retichonetes* gr. *armatus* Buch
 Acrospirifer gr. *gerolsteinensis* Stein.
 Spinatrypa cf. *tubaecostata* Paeck.
 Eoreticularis gr. *maureri* Holz.
 Meristella sp.
 Paurorhyncha gr. *endlichi* Meek.
 Atrypa gr. *zonata* Schnur

Trilobites : *Neoclamonia* (*Heliopyge*) sp. (pl. VI, photo 8 et 9)

Coraux : *Thamnophyllum* sp. (pl. VII, photo 13)

Tentaculites non déterminés

R. gr. *armatus* et *A.* gr. *gerolsteinensis* indiquent le Givétien tandis que *S.* cf. *tubaecostata* est une espèce caractéristique du Frasnien. Le Trilobite appartient à un genre de la famille des Asteropyginae décrit en 1969 par J. Pillet pour des formes du Dévonien d'Afghanistan et, plus précisément, au sous-genre *Heliopyge* créé en 1970 par Haas et Mendrink. Ce sous-genre n'est encore connu que par deux espèces : *H. helios* Richter et Richter (1926) du Frasnien de Belgique et *H. caelata* Haas et Mendrink du Givétien d'Afghanistan. Notre unique spécimen est insuffisamment bien conservé pour dire s'il appartient à l'une ou l'autre de ces deux espèces

(1) les faunes dévoniennes de la région de Soh ont été déterminées par D.L. Stepanov, en 1968, pour les Brachiopodes, les coraux et les Tentaculites et par J. Pillet, en 1970, pour les Trilobites. Nous tenons à leur en exprimer notre reconnaissance.



Ph. 8 - Identique au Ph. 9



Ph. 9 - Neocalmonia du Dévonien moyen (Givetien) de la Formation de Bahram (Coupe de Negeleh).



Ph. 10 - couches de la Formation de Bahram au SW d'Abyaneh.



Ph. 11 - Affaissement de couches charbonneuses du Lias sur le versant occidental de la chaîne de Soh (ENE de Soh). 1-Givetien-Frasnien (Formation de Bahram); 2- Permien (Formation de Jamal); 3- Lias, 4- Terrain glissé

ou bien encore à une espèce nouvelle. Nous pouvons seulement préciser que, récolté en dessous des couches renfermant R. gr. armatus et A. gr. gerolsteinensis, il doit être rapporté au Givétien.

2. N et W de la source de Varkamar, dans la vallée de Tar

Brachiopodes : Stropheodonta asella Vern.
Productella sp.
Spinatrypa cf. tubaecostata Paeck.
Retichonetes sp.
Cyrtina gr. heteroclyta Defr.
Eoreticularia sp.
Meristella sp.

Les quatre premières de ces espèces indiquent un âge givétien-frasnien.

Coraux, Crinoïdes, Tentaculites et Gastéropodes non déterminés.

3. et 4. S d'Abyaneh et vallée de Farizand

Brachiopodes : Retichonetes sp.
Acrospirifer sp.
Productella sp.

Malgré leur rareté, on peut affirmer qu'il s'agit encore de Givétien-Frasnien.

5. N et SW de Chimeh

Dans cette localité, où les bancs de calcaires sont séparés par des interlits marneux, les brachiopodes sont dégagés et par conséquent mieux conservés que dans les gisements précédents.

Brachiopodes : Retichonetes gr. armatus Buch.
Acrospirifer gr. gerolsteinensis Stein.
Stropheodonta asella Vern.
Cyrtospirifer aff. rectangularis Peetz.
Schuchertella sp.
Cyphoterorhynchus arpensis Abr.
Paurorhyncha gr. endlichi Meek
Emanuelia cf. inflata Schnur



Ph. 12- Coral de Dévonien moyen-supérieur(*Thamnophyllum* sp.)
de la Formation de Bahram(recolté au N de Chimeh).



Ph. 13- Coral de Dévonien moyen-supérieur(*Thamnophyllum* sp.)
de la Formation de Bahram(recolté dans la coupe de Neqeleh).

Coraux : *Thamnophyllum* sp. (pl. VII, photo 12)

Tentaculites : *Tentaculites* gr. *titzei* Frech

Comme dans la coupe de Negeleh, les trois premières espèces de brachiopodes indiquent le Givétien et le Frasnien mais la quatrième, *Cyrtospirifer* aff. *rectangularis*, qui a été récoltée dans la partie supérieure de la série, caractérise le Famennien. Il est intéressant de voir que cet étage, qui n'avait pas pu être caractérisé paléontologiquement dans les coupes précédentes, ou qui en était absent par suite d'une érosion ayant précédé la transgression permienne, entre dans la constitution de la formation de Bahram.

Dès le début du XX^e siècle, les brachiopodes de la région de Soh avaient retenu l'attention de différents auteurs. Ceux que E. Tietze avait récoltés dans les Monts de Kohrud, sur la route de Kachan, ont été rapportés en 1900 par F. Frech [91 et 94] aux espèces suivantes qui caractérisent le Dévonien moyen : *Waldheimia whidbornei* Davidson, *Rhynchonella elliptica* Schur, *Regina semiramis* n. sp., *Leptodomus persicus* n. sp., *Nyassa dorsata* Gdf., *Paracyclas rugosa* Gdf., *Atrypa regularis* ..., *Retzia* aff. *haidingeri* Barr. En 1911 A.F. Stahl [153] signale également la présence du Dévonien moyen dans la région de Soh où il a reconnu une partie des espèces précédentes : *W. whidbornei*, *Rh. elliptica*, *N. dorsata* et *P. rugosa*. En revanche, les brachiopodes recueillis "près de Soh" par J. de Morgan en 1898 ont été rapportés en 1904 par H. Douvillé [65 et 67] à la "zone moyenne des calcaires à *Productus*" de l'Inde que cet auteur place au niveau de l'Ouralien. Ce sont : *Spiriferina cristata* Schl., *Eumetria indica* Wag., *Athyris* cf. *roissyi* Lév., *A. cf. lamellosa* Lév., *Terebratulula vesicularis* de Kon., *Dielasma hastatum* ? Sow., *Productus mytiloïdes* ? Waag., *Rhynchonella* cf. *pleurodon* Phill. Cette faune, qui ne comporte aucune espèce commune avec les faunes dévoniennes reconnues par nous et nos prédécesseurs dans la région de Soh, appartient certainement à un niveau différent. Elle pose en outre un problème car, comme nous le verrons plus loin, le Dévonien supérieur (formation de Bahram p. p.)

est directement surmonté, dans toute notre région d'étude, par le Permien moyen transgressif. On est en droit de supposer, en attendant de nouvelles découvertes, que la faune signalée par H. Douvillé, dont le gisement n'est pas connu avec précision, provient d'un secteur assez éloigné de la région de Soh ayant été recouvert par la mer du Carbonifère supérieur.

Limites inférieure et supérieure. Variations d'épaisseur et de faciès

La formation de Sibzar, par laquelle débute la série du Dévonien moyen-supérieur de la région de Soh, succède toujours en concordance et continuité de sédimentation au Dévonien inférieur. Très variable dans son épaisseur (5 m au S d'Abyaneh, 40 m dans la vallée de Negeleh), elle constitue un terme de passage entre la formation de Padeha et la formation de Bahram.

En ce qui concerne la formation de Bahram, les intercalations de pélites verdâtres de la coupe de Negeleh deviennent gréseuses en direction de l'Est. En outre, il convient de signaler que le tiers inférieur de cette formation admet, au col de Pinavand et au N de Varkamar, une intercalation de 10 m d'épaisseur de calcaire oolithique et pisolithique noir.

Dans toute la région de Soh, la formation de Bahram est directement surmontée par les calcaires à fusulines du Permien moyen-supérieur transgressif. Dans le secteur de Chimeh, ces calcaires reposent sur le Famennien caractérisé par la présence de Cyrtospirifer aff. rectangularis ; ailleurs ils paraissent transgresser directement le Frasnien par suite de l'ablation du dernier étage dévonien avant le retour de la mer. Il est possible toutefois que l'absence du Famennien dans les secteurs autres que celui de Chimeh ne soit qu'apparente, les assises correspondant à cet étage n'y ayant pas fourni de fossiles caractéristiques.

Comparaisons

Malgré sa moindre épaisseur (140 m contre 400 m) et sa richesse beaucoup moins grande en fossiles, la série du Dévonien moyen-supérieur de la région de Soh est assez semblable à celle de la région de Shirgesht et d'Ozbak Kuh qui a déjà fait l'objet de plusieurs études [143 et 144]. Dans cette région, la "formation de Sibzar" est représentée par 100 m de dolomies à coraux et la "formation de Bahram" par 300 m de calcaires et marnes gris-bleuâtre, très riches en brachiopodes, conodontes et coraux appartenant au Givétien, au Frasnien et à une partie du Famennien. Ce dernier étage se poursuit toutefois ici dans une formation inconnue à Soh, la "formation de Shishtu" qui, s'élevant jusqu'au Tournaisien et au Viséen inférieur, a fourni dans sa partie inférieure des céphalopodes famenniens : Platyclymenia (Platyclymenia) aff. quenstedti Wed., P. (P.) aff. biferum Sedgw. et al., Sporadoceras sp.

A l'Est de Tabas, dans la région de Shotori [163], la formation de Bahram paraît ne correspondre qu'au Dévonien moyen bien qu'elle soit représentée par 500 m de dolomies gréseuses, de schistes gypsifères et de calcaires à petits brachiopodes et Tentaculites. La formation de Shishtu qui la surmonte a livré en effet, dans ses 200 m inférieurs argilo-calcaires et gréseux, une faune de brachiopodes, crinoïdes et bryozoaires indiquant le Frasnien.

Dans le centre de l'Iran central le Dévonien supérieur correspond à des calcaires sombres à Spirifer et Tentaculites qui, dans la région même de Kerman [99] reposent en transgression et discordance sur un substratum anté-dévonien plissé mais qui, 60 km plus au NNW, à Hojedk, succèdent normalement à 200 ou 300 m d'alternances de grès rouges, quartzites, dolomies et schistes micacés rougeâtres d'âge encore indéterminé.

Si les assises représentant le Dévonien moyen-supérieur dans la région de Soh et dans l'ensemble de l'Iran central sont assez comparables

entre elles, elles diffèrent par contre de la série du même âge de l'Alborz. Dans cette chaîne en effet [18, 20, 146 et 174] le Dévonien supérieur schisto-gréseux et calcaréo-gréseux (formation de Geirud p. parte) repose en transgression et discordance, par l'intermédiaire d'un petit niveau phosphaté, sur le Cambrien (formation de Mila).

A l'extrémité NW de l'Iran central enfin, dans la région de Zanzan et de Soltanieh [164], ainsi que dans la chaîne du Zagros [109, 133 et 158], le Dévonien est inconnu et l'on peut penser que ces régions sont restées exondées jusqu'au moment de la grande transgression permienne ou ont subi d'importantes érosions avant celle-ci.

Conditions et milieu de dépôt

Bien que certaines régions d'Iran soient demeurées hors d'atteinte, comme nous venons de le voir, de la mer du Dévonien moyen et supérieur, une grande transgression a affecté l'Iran central et l'Alborz soit dès le Givétien soit à partir du Dévonien supérieur.

Dans cette mer transgressive, des formations essentiellement carbonatées ont fait suite aux séries principalement terrigènes antérieures ou se sont déposées directement sur les territoires précédemment émergés. On peut en déduire un approfondissement du bassin et une atténuation notable des reliefs des continents bordiers.

D'après les faciès et les faunes, la profondeur de cette mer épicontinentale paraît cependant être restée assez peu importante. En revanche, la grande similitude existant entre les faunes du Dévonien moyen et supérieur d'Iran, d'U.R.S.S. et d'Europe permet de conclure à la large ouverture de cette mer vers l'Europe et l'Asie.

CARBONIFERE ET PERMIEN INFERIEUR

Dans toute la région de Soh, les calcaires à Fusulines du Permien moyen-supérieur surmontent directement, par l'intermédiaire d'une petite assise d'argiles kaoliniques et de pélites verdâtres la formation dévonienne de Bahram et il n'est pas possible d'indiquer avec assurance quelle a été l'histoire de cette région durant la longue période couvrant l'ensemble du Carbonifère et l'ensemble du Permien.

La situation parfaitement concordante du Permien au dessus des assises terminales du Dévonien (cf. fig. 15) montre que cette région n'a subi, entre ces deux systèmes, aucune déformation orogénique et qu'elle ne fut même pas soumise, tout au moins apparemment, à une érosion tant soit peu importante. Il semblerait donc, en ne tenant compte que des observations faites dans notre secteur d'étude, que la région de Soh soit restée immergée et qu'elle ait seulement connu, pendant tout le laps de temps correspondant au Carbonifère et au début du Permien, une longue période de non-déposition.

Pour étayée qu'elle soit, cette conclusion ne peut toutefois pas être retenue sans discussion car, malgré l'apparence contraire et bien que les régions considérées soient éloignées de plusieurs centaines de kilomètres de celle de Soh, il se pourrait que des sédiments carbonifères, correspondant en partie aux formations de Shishtu et de Sardar de l'E de l'Iran central [143 et 163] ou encore à la formation de Geirud de l'Alborz [20], se soient déposés dans notre région d'étude et aient été enlevés par la suite durant une période d'érosion anté-artinskienne.

Il semble donc pour conclure que le problème soulevé par l'absence de tout dépôt carbonifère et permien inférieur (sarmarien) dans la région de Soh ne pourra être résolu que par la découverte et l'étude précise des formations de cet âge pouvant exister au voisinage de cette région.

C h a p i t r e VII

PERMIEN MOYEN-SUPERIEUR (ARTINSKIEN-KOUNGOURIEN)

(Formation de Jamal)

Les assises essentiellement calcaires et dolomitiques du Permien, localisées au NW de la région, participent largement à la constitution des crêtes rocheuses du massif paléozoïque de Soh. Bien que de teinte également sombre, ces assises en gros bancs se distinguent nettement des couches noivrâtres en bancs relativement minces du Dévonien moyen supérieur ou des dépôts de dolomie jaunâtre du Trias.

Les assises du Permien de la région de Soh peuvent être divisées en trois horizons principaux dont la puissance varie de 500 m (vallée de Megeleh, ENE de Soh) à 300 m (S d'Abyaneh). Ces trois horizons présentent, de bas en haut, les caractères généraux suivants :

A - 10 m de calcaires gris clair ou beiges, à entroques et Fusulines, débutant par 2 m de pélites et argiles kaoliniques noduleuses de teinte verdâtre.

B - 350 m de calcaires ou calcaires dolomitiques gris sombre, à Fusulines, Brachiopodes, Gastéropodes, Crinoïdes, Bryozoaires et Coraux ;

C - 130 m de dolomies noires, silicifiées, azoïques.

La coupe détaillée de ces assises, relevée dans la vallée de Negeleh, montre de bas en haut la succession suivante ⁽¹⁾ :

Horizon A

1 - 2 m de pélites et argiles kaoliniques noduleuses de teinte verdâtre, en bancs de 15 à 25 cm d'épaisseur ;

2 - 3 m de calcaires beiges, fétides, à Fusulines, riches en Crinoïdes, en bancs de 30 à 40 cm d'épaisseur ;

Horizon B

3 - 15 m de calcaires dolomitiques gris, à Fusulines, Gastéropodes et Coraux, en bancs de 40 à 50 cm d'épaisseur ; les Fusulinidae, complètement recristallisées, sont indéterminables ;

4 - 20 m de dolomies gris foncé, en bancs de 50 à 60 cm d'épaisseur ;

5 - 15 m de calcaires dolomitiques gris à Fusulines (Parafusulina diabloensis Dunb. et Skinner), en bancs de 45 à 55 cm d'épaisseur ;

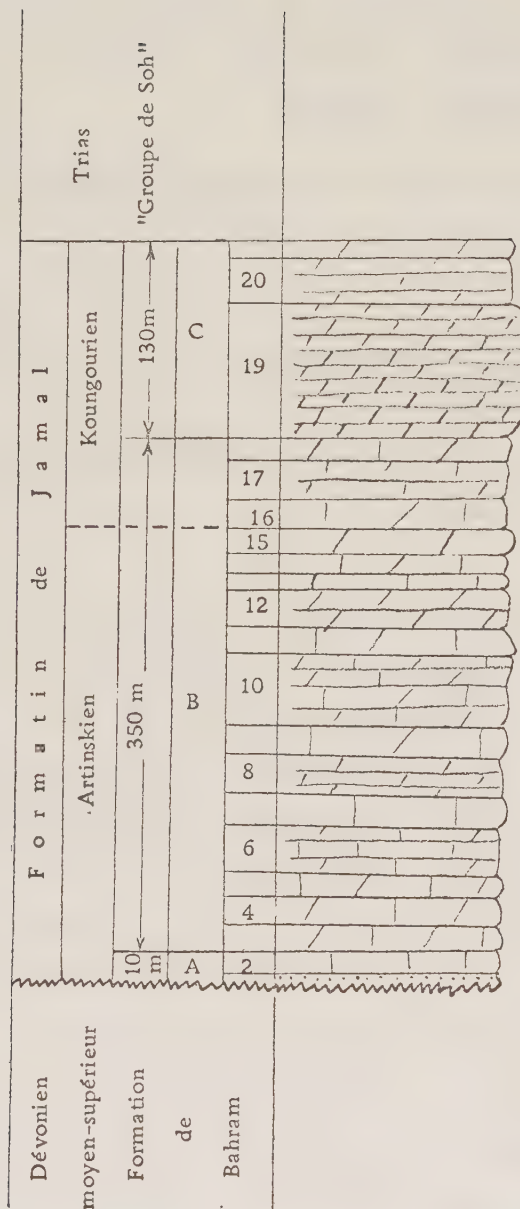
6 - 30 m de dolomies et calcaires dolomitiques gris, à Fusulines et Coraux, en bancs de 50 à 60 cm d'épaisseur ;

7 - 22 m de calcaires gris clair, légèrement dolomitisés, à Fusulines, Brachiopodes, Coraux, en bancs de 55 à 65 cm d'épaisseur ;

8 - 24 m de dolomies gris foncé, en bancs de 50 à 60 cm d'épaisseur ;

9 - 18 m de calcaires dolomitiques gris et gris clair, à Fusulines, Crinoïdes, Bryozoaires et Gastéropodes, en bancs de 50 à 55 cm d'épaisseur ;

(1) Les déterminations des fossiles cités sont dues à MM. M. Amiot, pour les Fusulines et D.I. Stepanov, pour les macrofossiles, auxquels nous adressons nos plus vifs remerciements.



(Légende détaillée dans le texte)

Fig. 17 - Schéma indiquant la situation des horizons fossilifères de la Formation de Jamal. Echelle 1 : 5000

- 10 - 45 m de calcaires dolomitiques gris foncé à Fusulines (Parafusulina cf. diabloensis et P. fountaini Dunb. et Shinner), en bancs de 60 à 65 cm d'épaisseur ;
- 11 - 17 m de calcaires dolomitiques gris, à Crinoïdes et débris de Brachiopodes, en bancs de 45 à 50 cm d'épaisseur ;
- 12 - 23 m de dolomies sombres, azoïques, en bancs de 40 à 50 cm d'épaisseur ;
- 13 - 11 m de calcaires gris foncé à Bryozoaires, Fenestellides et Trepostomates et débris de Lamellibranches, en bancs de 40 à 45 cm d'épaisseur ;
- 14 - 10 m de calcaires dolomitiques gris clair, à Fusulines (Parafusulina (?) cf. Kummelli Roberts) et débris de Brachiopodes, en bancs de 50 à 55 cm d'épaisseur ;
- 15 - 27 m de dolomies grises, azoïques, en bancs de 40 à 50 cm d'épaisseur ;
- 16 - 20 m de calcaires dolomitiques gris clair à Fusulines (Parafusulina durkani Thompson et Miller), en bancs de 40 à 45 cm d'épaisseur ;
- 17 - 30 m de calcaires et calcaires dolomitiques gris foncé à Fusulines indéterminables, Gastéropodes (Bellerophonitidae) et Lamellibranches (Pseudomonotis sp. gr. speluncaria Schloth.), en bancs de 45 à 50 cm d'épaisseur ;
- 18 - 23 m de calcaires dolomitiques gris à Coraux et Brachiopodes (Neocho-netes cf. asseretoi Fantini, Punctospirifer sp. gr. cristatus Schloth., Orthotetina sp. gr. persica Schel.), en bancs de 40 à 55 cm d'épaisseur.

Horizon C

- 19 - 20 m de dolomies noires silicifiées, en bancs de 45 à 60 cm d'épaisseur ;
- 20 - 30 m de dolomies noires, montrant des cristaux rhomboédriques bien nets, en bancs de 50 à 55 cm d'épaisseur.

Fossiles

Les Fusulines et les Brachiopodes récoltés dans les assises n° 5, 10, 14, 16 et 18 de la coupe précédente, permettent de fixer avec assez de précision l'âge de la formation de Jamal du massif de Soh.

Tandis que Parafusulina cf. kummeli, P. cf. diabloensis et P. fountaini, formes assez primitives de Parafusulines, indiquent avec certitude l'Artinskien (= Permien moyen), Parafusulina durkami est une espèce montant jusque dans le Wordien qui permet de penser que le niveau 16, où elle a été récoltée, marque le début du Koungourien, c'est-à-dire du Permien supérieur.

Les Brachiopodes du niveau 18 confirment l'attribution des assises fossilifères supérieures de la coupe à la partie inférieure du Permien supérieur. On notera que Neochonetes cf. asseretoi est connu dans le Permien supérieur de l'Alborz central (Formation de Ruteh).

La formation de Jamal a également fourni, en plus des fossiles indiqués dans la coupe, des Coraux rugueux, des Crinoïdes, des Ostracodes et des Trilobites non déterminés. Enfin, M. Mehrhush a pu reconnaître en lames minces, dans des échantillons provenant de la partie moyenne de la série, de nombreux microforaminifères appartenant aux genres suivants : Hemigordius, Cornuspira, Glomospira, Aghatammia, Endothyra, Pseudovermiporella, Padangia, Pachyphloia, Deckerella, Cribrogenerina, Tuberitina, Geinitzina et Padangia.

Limites inférieures et supérieures

Bien que la formation de Jamal repose en concordance apparente sur les derniers termes de la formation de Bahram, l'appartenance de cette dernière au Dévonien supérieur indique avec évidence la situation transgressive du Permien. En l'absence de fossiles déterminables dans les premiers termes permien, l'âge de cette transgression ne peut pas être établi avec une parfaite précision. Toutefois, l'assise n° 5 dans laquelle ont été

Planche VIII



Ph. 14 : 1 - Les assises de Dévonien moyen supérieur(Formation de Bahram)
2 - Les dépôts de Permien moyen supérieur(Formation de Jamal)



Ph. 15 : 1 - Les couches calcaires à Brachiopodes avec des intercalations
aleuritiques du Dévonien moyen supérieur(Formation de Bahram)
2 - Les assises calcaréo-dolomitiques à Fusulines avec la base de
grès nodulaire verdâtre du Permien moyen supérieur(Formation
de Jamal).

reconnues les premières Fusulines artinskiennes ne se situant qu'à 45 m au dessus de la base de la formation, on est en droit de penser que cette transgression ne s'est produite qu'au Permien moyen.

Beaucoup plus incertain est l'âge des assises terminales de la formation de Jamal. Les 130 m de dolomies qui constituent son terme supérieur n'ayant fourni aucun fossile, il est impossible de dire si ce terme correspond au seul Koungourien ou s'il englobe également le Kazanien.

Comparaisons (fig. 18)

Le Permien de la région de Soh est très comparable à celui des montagnes de Shotori [163], à l'Est de l'Iran central, où a été pris le type de la "formation de Jamal". Dans ces montagnes, cette formation est représentée en effet par 500 à 800 m de calcaires et de dolomies qui reposent, après une interruption de sédimentation, sur les différents niveaux de la "formation de Sardar" d'âge carbonifère et permien inférieur. A son sommet, la formation-type de Jamal paraît ne pas passer de façon continue aux assises triasiques qui la surmontent car, dans les montagnes de Kalmorz et d'Haluan [99], à l'Ouest et au Sud de Tabas, une série principalement détritique de 50 m d'épaisseur s'intercale entre les dolomies permienues et les dolomies triasiques.

Dans les montagnes de l'Alborz [18, 20, 55, 103, 104 et 155], le Permien correspond à trois formations superposées qui sont, de bas en haut :

- la "formation de Dorud" (180 m), à faciès essentiellement détritique ;
- la "formation de Ruteh" (350 m), représentée principalement par des calcaires ;
- la "formation de Nesen" (250 m), à faciès calcaréo-schisteux.

Le Permien de la région de Soh, que nous assimilons à la formation de Jamal à l'Est de l'Iran Central, peut être comparé d'après son faciès à



Fig. 18 - Carte paléogéographique schématique de l'Iran
à la fin du Permien et au passage Permien-Trias



Passage plus au moins continu du Permien au Trias.



Passage discontinu du Permien au Trias.

la formation de Ruteh. Cette assimilation trouve une confirmation dans la présence, dans le Permien de l'Alborz comme dans celui de notre région d'étude, de Neochonetes asseretoi Fantini (voir p. 87 et 88).

Dans l'Alborz méridional, le Permien n'est représenté que par les formations de Dorud et de Ruteh car le Permien supérieur correspond à une importante période d'émergence marquée par le dépôt discontinu de sédiments continentaux à faciès sidérolithique. Aussi les calcaires et dolomies de la formation triasique d'Elikah reposent-ils parfois, sur le versant sud de cette chaîne, directement sur le Carbonifère inférieur [20]. Cette absence de Permien supérieur dans l'Alborz méridional rattache paléogéographiquement cette région à l'Iran central sur une très large fraction duquel (fig. 18) une lacune de sédimentation importante sépare le Koungourien (?) du Trias moyen.

Dans l'Alborz septentrional, au contraire, où le Permien est complet (vallée de Nur au Sud de Chalus [103 et 104], Sud d'Amol [104 et 155] et Astarabad près de Gorgan [94], la "formation de Niesen" représente le Permien terminal (étage Djulfien) et supporte, en concordance et sans trace d'érosion, la formation triasique d'Elikah. Le versant nord de l'Alborz peut ainsi être comparé au NW de l'Iran et à la Transcaucasie où, dans la région classique de Djulfa [155], une série fossilifère de 1000 m d'épaisseur représente la série continue du Permien supérieur (Guadalupien et Djulfien) et du Trias inférieur (Scythien).

Ainsi que nous l'avons vu pour la région de Soh et comme nous venons de l'indiquer en parlant de l'Elbourz méridional, le Permien supérieur et les couches de passage du Permien au Trias manquent dans une grande partie de l'Iran central. Cette absence a été reconnue, outre la région au Nord d'Isfahan, dans le Golpaygan (Mahallat et Muteh) et dans la région de Zanjan, où le Trias est également inconnu.

Le Permien supérieur et les couches de passage du Permien au Trias se retrouvent au Sud de la zone émergée de l'Iran central. A Shahreza, à 70 km au Sud d'Isfahan [178], le Permien supérieur à Fusulines est surmonté, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, par une série de calcaires argileux renfermant des Ammonites du Trias inférieur. Plus au Sud encore, dans la région d'Abadeh [167] qui se situe à environ 200 km d'Isfahan, les termes de passage du Permien au Trias ont été reconnus.

Enfin, dans les montagnes du Zagros [133], une série carbonatée de plus de 1 800 m d'épaisseur représente l'ensemble du Permo-Carbonifère.

Pour terminer ce paragraphe de comparaisons, je dois indiquer que j'ai reconnu en 1968 [178], à 60 Km à l'WSW d'Isfahan, un Permien très particulier, représenté par des schistes noirs légèrement métamorphisés, avec lentilles de calcaires à Fusulines et intercalations de roches volcaniques, dont le faciès diffère totalement de ceux que ce système présente ailleurs en Iran.

Paléogéographie et milieu de dépôt (fig. 18)

Dans la région de Soh, le Permien moyen correspond à une grande transgression marine qui paraît avoir intéressé une large partie du territoire iranien. Cette mer transgressive était à son début (Artinskien) une mer vraisemblablement épicontinentale, chaude et peu profonde, mais cependant largement ouverte et à salure normale comme en témoignent les faunes qui y vivaient et la nature des sédiments qui s'y formaient. Mais, dans le courant du Koungourien, la mer diminua de profondeur, ainsi que l'indique la nature purement dolomitique et azoïque du sommet de la formation de Jamal et il est vraisemblable de penser qu'à la fin du Permien la région de Soh, ainsi qu'une large fraction de l'Iran central et nord-occidental, fut soustraite au domaine maritime.

Comme nous le verrons dans le chapitre suivant, cette émergence est confirmée par la nature gréséo-conglomératique des termes de base transgressifs du Trias.

C h a p i t r e VIII

T R I A S

(Groupe de Soh : Formations de Shotori et Naïband)*

Les assises triasiques de la région de Soh se subdivisent en deux termes de faciès différent : un terme inférieur, appelé "formation de Shotori, représenté essentiellement par des assises dolomitiques et calcaires, massives et compétentes, qui est largement représenté à l'Est de notre secteur d'étude où il constitue les plus hauts sommets de la région de Soh (plus de 3 000 m ; photo 16, pl. IX) ; un terme supérieur, correspondant à la "formation de Naïband", de nature essentiellement schisteuse, qui est plastique et incompétent et qui correspond, sur le versant occidental de la chaîne de Soh, à une topographie plus molle. Ces deux formations présentent respectivement des épaisseurs de l'ordre de 1 000 m pour la première et de 1 400 m pour la seconde. Nous y avons reconnu sept unités lithologiques superposées (trois pour la formation de Shotori et quatre pour la formation de Naïband) qui sont les suivantes de bas en haut : (fig. 19)

* Les coupes types de ces deux formations se situent respectivement dans les montagnes de Shotori (E de Tabas) [163] et près de Naïbandan (SE de Tabas) [63] à l'Est de l'Iran central. Etant donné que ces deux formations se superposent d'une manière progressive dans notre région d'étude, nous les avons réunies sous la dénomination de Groupe de Soh.

Planche IX

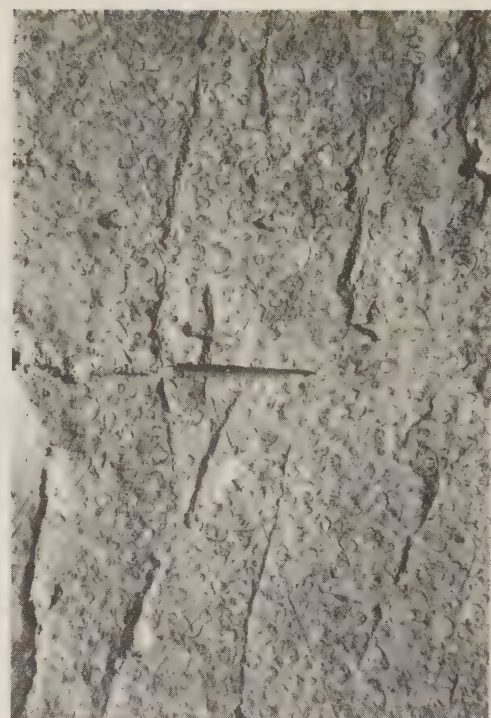
3130 m Kuh-e-Rezandeh



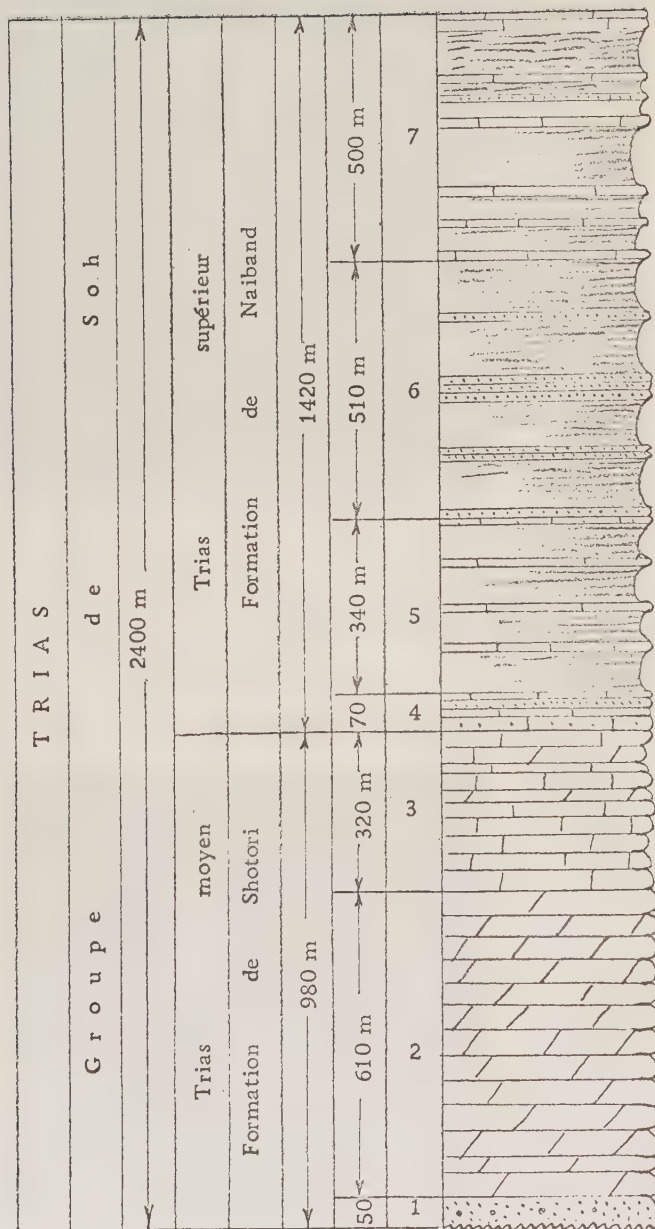
Ph. 16 - Panorama du versant oriental de la chaîne de Soh
 1 - Roches volcaniques (Silurien).
 2 - Schistes, grès, dolomies et calcaires du Primaire (Silurien - Permien).
 3 - Dolomies du Trias moyen (Formation de Shotori).



Ph. 17 - 1 - Dolomies du Permien (Formation de Jamal).
 2 - Grès de la base du Trias moyen (Grès d'Abyaneh).
 3 - Dolomies du Trias moyen (Dolomies de Shotori).



Ph. 18 - Calcaire blanc à Lamellibranches du Trias moyen (Calcaires d'Espahk).



- 1 - Grès d'Abyaneh.
- 2 - Dolomies de Shotori.
- 3 - Calcaires d'Espahk.
- 4 - Série de transition.
- 5 - Schistes et calcaires de Parsefid.
- 6 - Schistes et grès de Venher.
- 7 - Schistes et calcaires de Niazmargh.

Fig. 19 - Coupe synthétique du Trias moyen (Formation de Shotori) et du Trias supérieur (Formation de Naiband) du Groupe de Soh.
Echelle 1 : 15000

I - Formation de Shotori (980 m)

- 1 - 50 m de grès et de conglomérats à petits éléments de teinte rougeâtre qui admettent des intercalations de marnes schisteuses. Cette série détritique, connue sous le nom de "grès d'Abyaneh", marque le début du Trias de notre région ;
- 2 - 610 m de dolomies massives, monotones, de teinte jaunâtre, rougeâtre ou gris clair, parfois silicifiées, appelées "dolomies de Shotori", qui constituent très vraisemblablement la majeure partie du Trias moyen ;
- 3 - 320 m de calcaires blancs, légèrement marmorisés, à Lamellibranches, montrant des intercalations de dolomies grisâtres fines. Ces calcaires, dénommés "calcaires d'Espahk", appartiennent sans doute encore au Trias moyen (ph. 18, pl. IX).

II - Formation de Naïband (1 420 m)

- 4 - 70 m de calcaires, de grès et de schistes constituant une "série de transition" entre la formation carbonatée de Shotori et la formation schisto-gréseuse de Naïband. Cette série a fourni des Ammonites, des Megalodons et des foraminifères du Carnien supérieur ;
- 5 - 340 m de schistes noirâtres, avec intercalations de calcaires à Ammonites, Pectinidés et Gastéropodes, qui constituent la partie inférieure de la formation de Naïband proprement dite. Cette assise, que nous distinguons sous le nom de "schistes et calcaires de Parsefid", correspond d'après sa faune au Carnien supérieur-Norien ;
- 6 - 510 m de schistes gris foncé à Lamellibranches et de grès quartzeux, dits "schistes et grès de Vehher", qui datent vraisemblablement du Norien et représentent la partie moyenne de la formation de Naïband ;

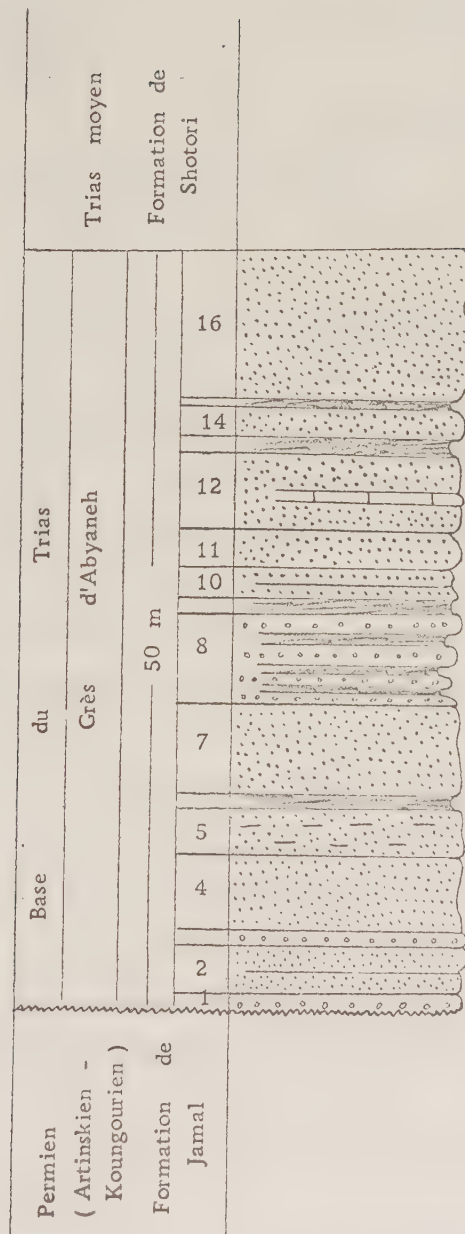
- 7 - 500 m de schistes argileux noirâtres et de calcaires gris à Hydrozoaires (Heterastridium), Coraux, Pectinidés, Ammonites et débris végétaux indiquant le Norien-Rhétien.

Cette assise, que nous distinguons sous le nom de "schistes et calcaires de Niazmargh", constitue la partie supérieure de la formation de Naïband ; elle peut être mise en équivalence avec le "groupe de Hauz-e-Khan " de l'Est de l'Iran central [63] .

Dans le détail, les sept unités lithologiques montrent la constitution suivante :

Unité 1 - Grès d'Abyaneh (50 m) (fig. 20)

- 1 - 1 m de conglomérat fin à galets de quartz bien arrondis, à ciment argileux limonitique ;
- 2 - 3 m de grès rougeâtres à ciment argileux ;
- 3 - 1 m de microconglomérat rouge, à galets dolomitiques, à ciment gréseux et argileux avec limonite ;
- 4 - 5 m de grès rouges et verdâtres, à passées argileuses rougeâtres ;
- 5 - 3 m de grès marneux jaunes et verdâtres ;
- 6 - 1 m de schistes gréseux rouges avec nodules sidérolithiques ;
- 7 - 6 m de grès bruns ou rougeâtres à grains de quartz subanguleux et mal classés à ciment argileux ;
- 8 - 6 m de grès et de conglomérats fins rougeâtres, à ciment marneux, avec des intercalations de schistes à nodules d'hématite ;
- 9 - 1 m de schistes argilo-gréseux rouges, bauxitiques ;
- 10 - 2 m de grès fins rouges, à ciment argilo-dolomitique ;
- 11 - 2,5 m de grès fins à ciment dolomitique, avec des intercalations de calcaire dolomitique légèrement gréseux ;



Grès et conglomérats à petits
éléments, avec intercalations
de schistes rouges noduleux.

Fig. 20 - Grès d'Abyaneh.

Echelle 1 : 500

- 12 - 5 m de grès jaunâtres ou rougeâtres, avec des intercalations de calcaire dolomitique gréseux renfermant des petits gastéropodes hématitisés ;
- 13 - 1 m de marne rougeâtre gréseuse ;
- 14 - 2 m de grès siliceux blancs ;
- 15 - 0,5 m de marne argileuse rougeâtre ;
- 16 - 10 m de grès quartzitiques blancs, avec des intercalations de grès verdâtre.

Unité 2 - Dolomies de Shotori (610 m) (fig. 21)

- 1 - 30 m de dolomies rougeâtres ou jaunâtres légèrement gréseuses, en bancs de 0,50 m à 0,60 m ;
- 2 - 55 m de dolomies grises silicifiées, en bancs de 0,60 à 0,70 m ;
- 3 - 50 m de dolomies jaunes, en bancs de 0,40 à 0,60 m ;
- 4 - 60 m de dolomies blanches ou jaunâtres, en bancs de 1,20 à 1,60 m ;
- 5 - 90 m de dolomies jaunes ou rougeâtres à silex, en bancs de 1,40 à 1,80 m ;
- 6 - 80 m de dolomies gris clair silicifiées, en bancs de 1,50 à 1,70 m ;
- 7 - 50 m de dolomies jaunâtres en bancs de 1,30 à 1,50 m ;
- 8 - 45 m de dolomies claires ou rougeâtres à silex, en bancs de 1,20 à 1,40 m ;
- 9 - 75 m de dolomies gris clair, en bancs de 0,70 à 0,90 m ;
- 10 - 50 m de dolomies jaunâtres avec quelques intercalations de calcaire, en bancs de 0,50 à 0,70 m ;
- 11 - 25 m de dolomies gris clair, en bancs de 0,40 à 0,50 m.

La dolomitisation ayant affecté de façon irrégulière les premières assises calcaires de l'unité suivante, il n'y a pas de limite tranchée entre les dolomies de Shotori et celle-ci.

Unité 3 - Calcaires d'Espank (320 m) (fig. 21)

- 1 - 15 m de calcaires et de calcaires dolomitiques clairs, en bancs de 0,45 à 0,55 m ;
- 2 - 11 m de calcaires blancs renfermant des débris de Lamellibranches, en bancs de 0,50 à 0,70 m ;
- 3 - 8 m de dolomies et de calcaires dolomitiques, en bancs de 0,65 à 0,75 m ;
- 4 - 7 m de calcaires oolithiques blancs, en bancs de 0,60 à 0,70 m ;
- 5 - 10 m de calcaires blancs, avec des intercalations de dolomies claires, en bancs de 0,75 à 0,80 m ;
- 6 - 9 m de dolomies jaunâtres ou claires, en bancs de 0,65 à 0,75 m ;
- 7 - 28 m de calcaires fins en bancs de 0,80 à 0,90 m ;
- 8 - 15 m de calcaires blancs à débris d'organismes, en bancs de 0,75 à 0,85 m ;
- 9 - 8 m de calcaires blancs à Lamellibranches, en bancs de 0,50 à 0,70 m ;
- 10 - 40 m de calcaires blancs à débris d'organismes, en bancs de 0,65 à 0,75 m ;
- 11 - 19 m de calcaires fins, gris clair, à débris de coquilles, en bancs de 0,75 à 0,80 m. Ces bancs sont parcourus de fractures remplies de dolomie ;
- 12 - 25 m de calcaires fins, gris-beige, à débris de Crinoïdes, en bancs de 0,60 à 0,70 m ;
- 13 - 7 m de calcaires blancs à Lamellibranches, en bancs de 0,65 à 0,75 m ;
- 14 - 21 m de calcaires fins, gris-beige, dolomitisés, en bancs de 0,75 à 0,85 m ;

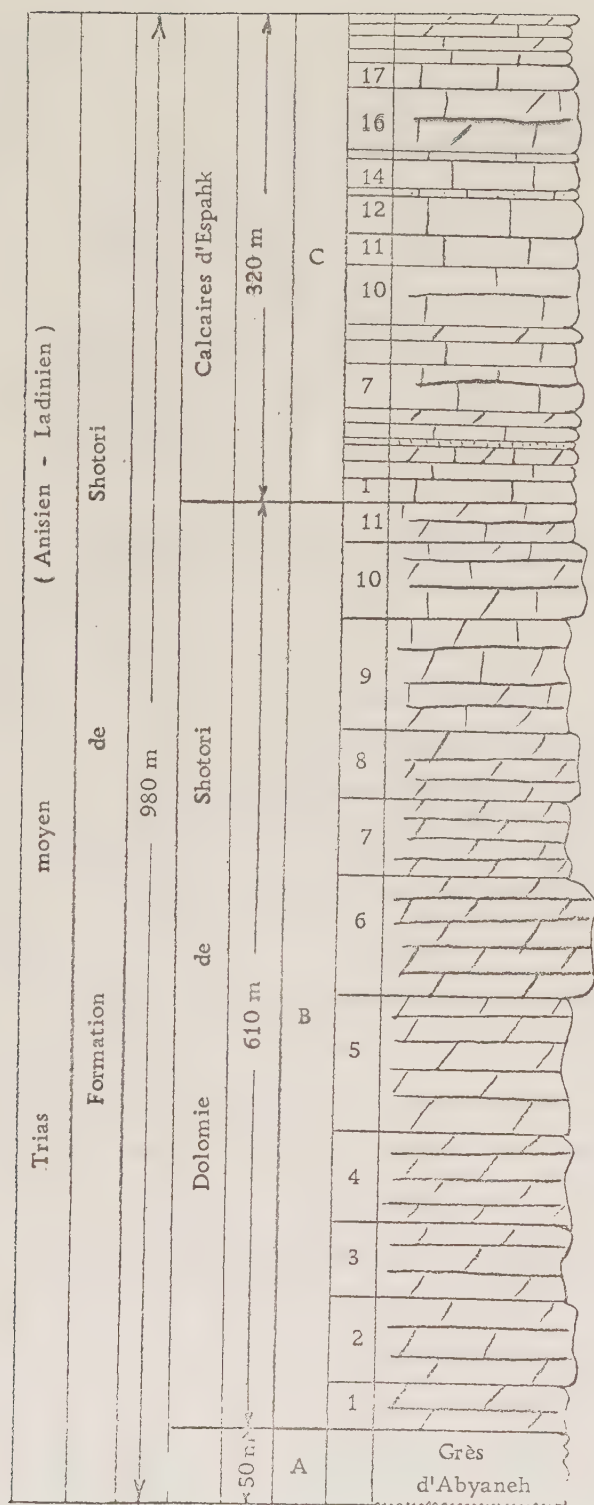


Fig. 21 - Formation de Shotori (Trias moyen)

Echelle 1 : 5.000

- 15 - 2 m de calcaire blanc à Lamellibranches (ph. 18, pl. IX), en bancs de 0,70 à 0,80 m ;
- 16 - 45 m de calcaire et de calcaire dolomitique fin, blanc ou beige, en bancs de 0,65 à 0,75 m ;
- 17 - 16 m d'alternance de calcaire blanc et de dolomie gris clair silicifiée, en bancs de 0,50 à 0,60 m ;
- 18 - 13 m de calcaire blanc micritique, partiellement marmorisé, renfermant des cristaux de quartz souvent bipyramidés pouvant atteindre 20 à 50 mm de longueur pour 2 à 5 mm de largeur. Ces cristaux sont généralement hyalins, incolores et allongés suivant les surfaces de stratification. L'épaisseur des bancs calcaires varie de 0,40 à 0,60 m ;
- 19 - 10 m de calcaire blanc silicifié avec des intercalations de calcaire dolomitique, en bancs de 0,60 à 0,70 m ;
- 20 - 7 m de dolomie claire, silicifiée, en bancs de 0,50 à 0,60 m ;
- 21 - 4 m de calcaire fin, blanc, en bancs de 0,45 à 0,55 m.

Unité 4 - Série de transition (70 m) (fig. 22)

Les calcaires d'Espahk sont surmontés par une série transitionnelle dont les 30 m inférieurs (assises 1 à 7 de la fig. 22) sont constituées d'assises principalement calcaires et dolomitiques, qui rappellent par leur faciès la formation de Shotori, et dont les 40 m supérieurs (assises 8 à 22 de la fig. 22) sont déjà riches en schistes et en grès annonçant la formation de Naïband. La coupe détaillée de cette série de transition est la suivante :

- 1 - 0,5 m de grès à ciment calcaire ;
- 2 - 10 m d'alternance de calcaires gris et de dolomies claires ;
- 3 - 1 m de calcaires gréseux ;

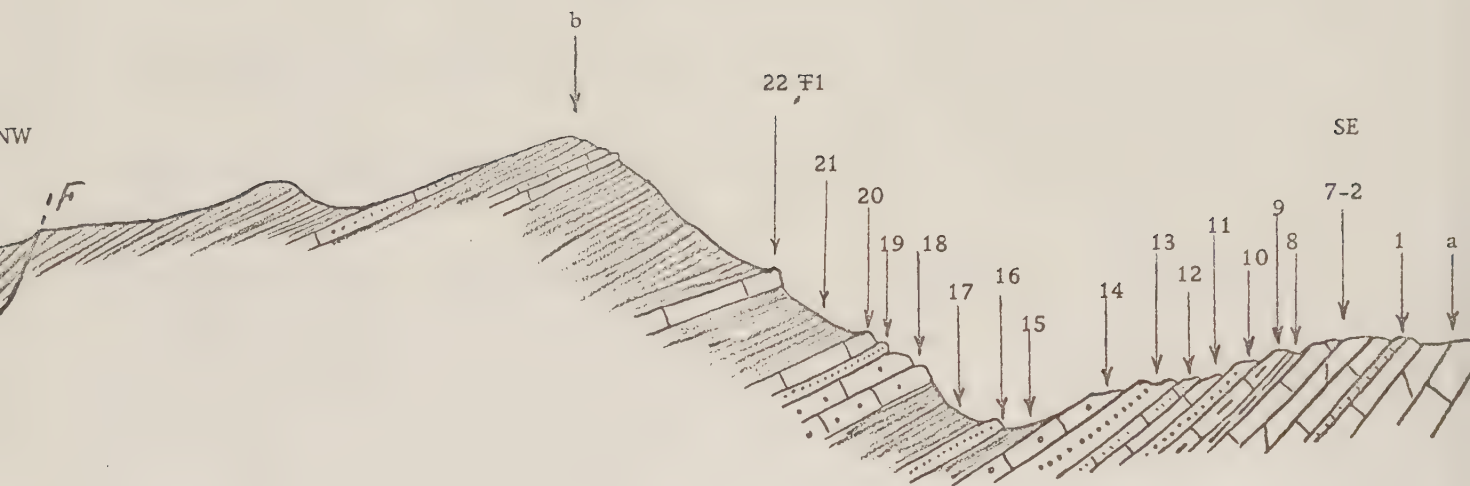


Fig. 22 - Coupe schématique de la " Série de transition " au Sud du
Kuh - e - Parsefid.

(a : Calcaires dolomitiques d' Espahk; b : Schistes de Naiband)

- 4 - 8,5 m d'alternance de calcaires gris et dolomies fines claires ;
- 5 - 1 m de grès à ciment calcaire ;
- 6 - 6 m de dolomies fines, gris clair ;
- 7 - 3 m de calcaires argilo-gréseux gris ;
- 8 - 0,5 m de grès argileux rougeâtre ;
- 9 - 2 m de calcaire marneux rougeâtre, à Gastéropodes et débris d'autres organismes ;
- 10 - 1 m de grès rougeâtre à ciment calcaire ;
- 11 - 4 m de calcaires foncés, avec des interlits de schistes ;
- 12 - 1,5 m de calcaire gréseux ;
- 13 - 2 m de grès à ciment calcaréo-argileux ;
- 14 - 1,5 m de calcaire oolithique ;
- 15 - 2,5 m de schistes argileux gris foncé ;
- 16 - 1 m de grès à ciment calcaire ;
- 17 - 3 m de schistes gris foncé ;
- 18 - 3 m de calcaires oolithiques à débris de fossiles ;
- 19 - 1 m de grès à ciment calcaire ;
- 20 - 3 m de calcaires à Foraminifères (Glomospirella cf. persica (Oberhauser), Aulotortus sp., gr. eomesozoicus (Oberhauser) et à débris de Lamellibranches ;
- 21 - 11,5 m de schistes foncés, glauconieux, avec passées sableuses ;
- 22 - 1,5 m de calcaire argileux gris, à Ammonites et Indopectens (fig. 22 et 23). Les espèces reconnues sont, pour les Ammonites (I) : Distichites nov. sp., du groupe de D. minos Mojs., et D. cf. celticus Mojs qui appartiennent au Carnien supérieur-Norien inférieur. Les Indopectens (I. glabra Douglas) ont été rapportés au Trias supérieur par K.S. Emami.

(1) Toutes les ammonites citées dans notre chapitre "Trias" ont été déterminées par le Gal M. Collignon auquel nous exprimons notre grande gratitude. Elles feront ultérieurement l'objet d'une monographie signée de ce spécialiste.

Unité 5 - Schistes et calcaires de Parsefid (340 m) (fig. 23)

Cette unité, qui constitue le terme inférieur de la "formation de Naïband" proprement dite, est bien représentée au Sud de la montagne de Parsefid (alt. 3 030 m), dans le secteur nord de la région de Soh ; elle y montre la constitution détaillée suivante :

- 1 - 28 m de schistes gris foncé, glauconieux. (Ce terme renferme un banc calcaire à Ammonites F₁ au Nord de Tar) ;
- 2 - 1 m de calcaire argileux à Ammonites (Distichites nov. sp., gr. de D. minos Mojs.), Indopectens -(I. glabra Douglas ; I. cf. Clingetti Boehm) et autres Mollusques (Lima sp., Costaria sp. ; Palaeocardita buruca (Krumbeck) ; Anatibetites nov. sp. ; Distichites younghusbandi (Diener) (F₂, fig. 23) ;
- 3 - 30 m de schistes gris foncé, légèrement glauconieux ;
- 4 - 1 m de calcaire gris à pâte fine, avec Ammonites (Distichites nov. sp., gr. de D. minos Mojs et D. cf. pudens Welter), Indopectens (I. glabra Douglas ; I. cf. Clingetti Boehm) ; et autres Mollusques (Lima sp. ; Costaria sp. ; Palaeocardita buruca (Krumbeck) ; Anatibetites nov. sp. ; Distichites younghusbandi (Diener) (F₃, fig. 23) ;
- 5 - 20 m de schistes gris foncé, admettant des intercalations gréseuses ;
- 6 - 25 m de schistes gris verdâtre, avec passées de calcaires glauconieux ;
- 7 - 33 m de schistes gris foncé ;
- 8 - 2 m de calcaires argileux à Ammonites (Distichites nov. sp., gr. de D. minos Mojs) et Lamellibranches (voir les niveaux 2 et 4) (F₄, fig. 23) ;
- 9 - 25 m de schistes argileux noirâtres avec passées calcaires ;
- 10 - 30 m de schistes argileux gris foncé avec intercalations gréseuses ;
- 11 - 2 m de calcaire gris, légèrement gréseux, à Ammonites (Distichites

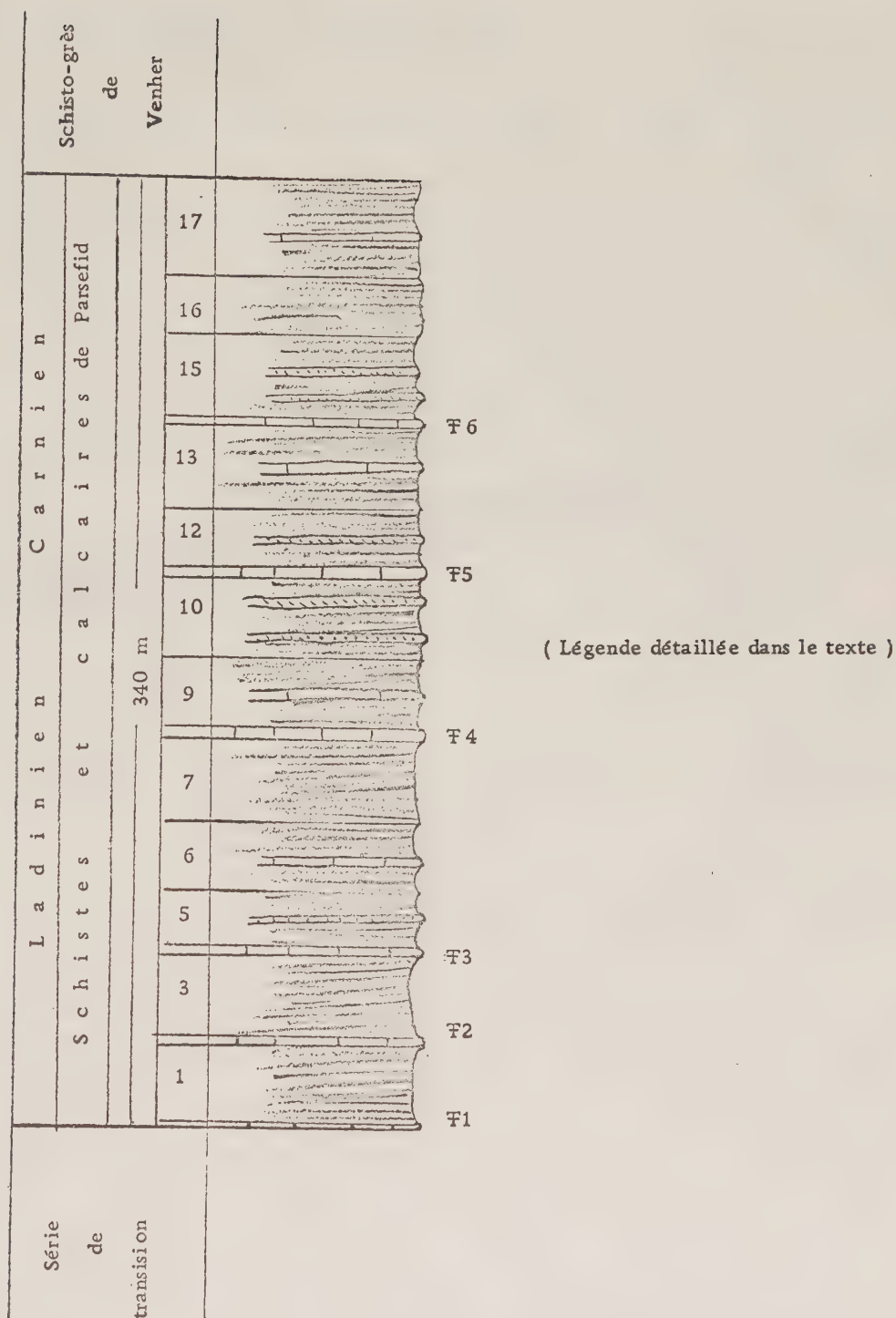


Fig. 23 - Schistes et calcaires de Parsefid (Ladinien-Carnien)
Echelle 1 : 2.500

- nov. sp., gr. de D. minos Mojs et D. cf. celticus Mojs) et Lamelli-
branches (voir niveaux 2 et 4) (F5, fig. 23) ;
- 12 - 20 m de schistes argileux verdâtres, avec des intercalations gré-
seuses ;
- 13 - 30 m de schistes gris avec passées de calcaires gréseux ;
- 14 - 1 m de calcaire gris ou brun, gréseux, renfermant des Ammonites
(divers Distichites dont D. nov. sp. du gr. de D. minos Mojs et une
autre espèce nouvelle à deux rangées de tubercules) et Lamellibran-
ches (voir niveaux 2 et 4) (F6, fig. 23) ;
- 15 - 32 m de schistes gréseux grisâtres ;
- 16 - 25 m de schistes argileux gris ou noirâtres ;
- 17 - 35 m de schistes argileux gris admettant des passées calcaires.

L'unité-schisto-gréseuse de Parsefid présente à peu près la
même constitution lithologique et les mêmes fossiles (Ammonites et Indo-
pectens) plus au Sud, à l'Ouest de la grotte de Parihol, ainsi que dans
une localité se situant à 4 km au Nord du village de Tar. Dans cette der-
nière localité, les intercalations calcaires sont moins nombreuses et
moins épaisses que dans le Nord de la région.

Unité 6 - Schistes et grès de Venher (510 m) (fig. 24)

La série schisto-gréseuse de Venher, qui constitue le terme
moyen de la formation de Naïband, est pratiquement azoïque et présente
de ce fait moins d'intérêt stratigraphique que les deux unités précéden-
tes dont les Ammonites indiqueraient le Carnien supérieur-Norien infé-
rieur. Elle montre la constitution lithologique suivante :

- 1 - 5 m de schistes gris foncé avec passées sableuses ;
- 2 - 30 m de grès blanchâtres avec intercalations de 1 à 2 m d'épaisseur
de schistes sableux ;

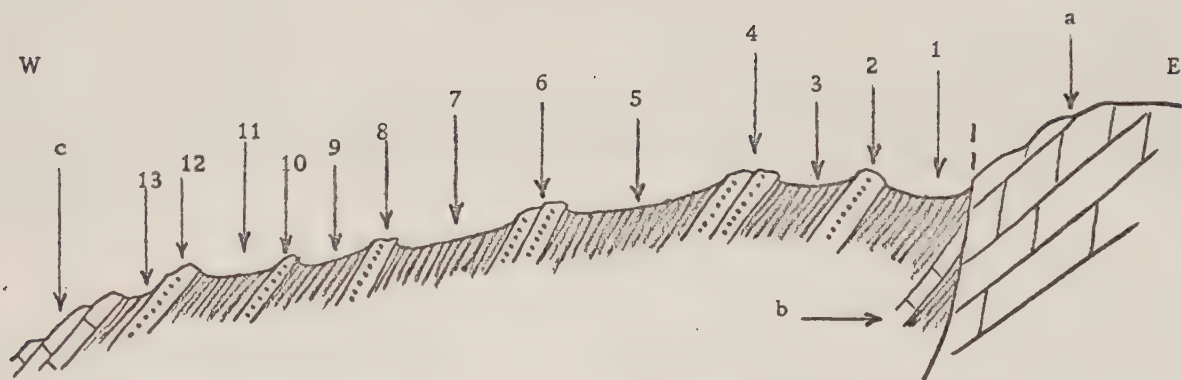


Fig. 24 - Coupe schématique des "schistes et grès" de Venher.

a : Dolomies de Shtori;

b : Schistes et calcaires fossilifères de Parsefid;

c : Calcaires à Heterastridium de l'Unité 7.

- 3 - 60 m de schistes noirâtres avec intercalations de grès quartzitiques blancs ;
- 4 - 25 m de grès gris ou blanchâtres, à grains de quartz subarrondis ;
- 5 - 50 m de schistes gréseux gris avec intercalations de grès ;
- 6 - 30 m de grès blanchâtres à ciment calcaire, en bancs de 0,30 à 0,50 m contenant des micas et des plagioclases.

Des niveaux de schistes sableux de 1 à 1,5 m d'épaisseur s'intercalent dans cette assise ;

- 7 - 75 m de schistes gris foncé avec passées gréseuses ;
- 8 - 27 m de grès blancs avec des intercalations de schistes noirs ;
- 9 - 62 m de schistes gris argileux ;
- 10 - 11 m de grès gris ou blanchâtres ;
- 11 - 55 m de schistes gris avec passées de quartzite blanc ;
- 12 - 10 m de grès quartzitiques blanchâtres, à grains subarrondis de 0,125 à 0,25 mm ;
- 13 - 20 m de schistes gris avec intercalations de grès quartzitiques.

Unité 7 - Schistes et calcaires de Niazmargh (500 m) (fig. 25)

La partie supérieure de la formation de Naïband correspond à environ 500 m de schistes et de calcaires qui sont souvent impliqués dans des accidents tectoniques complexes ne permettant pas toujours d'en relever une coupe complète. Dans la région de Niazmargh cependant, nous avons pu reconnaître la succession suivante :

- 1 - 5 m de calcaires marneux gris à *Heterastridium* ;
- 2 - 27 m de schistes argileux gris avec passées gréseuses ;
- 3 - 48 m de schistes calcaireux gris clair, admettant des intercalations de calcaires à *Heterastridium* et *Indopectens* (*I. glabra* Douglas ; *I. cf. Clingetti* Boehm) ;

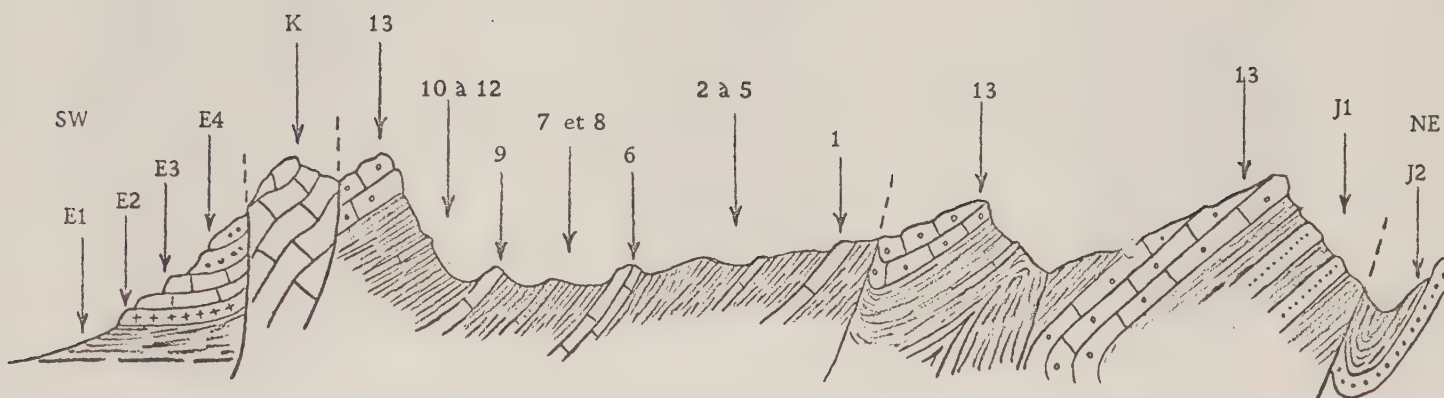


Fig. 25 - Coupe schématique de la région de Niazmargh.

1 à 13 : Schistes et calcaires à Heterastridium de Niazmargh (Norien-Rhétien);

J1 et J2 : Schistes et grès de la "formation de Shemshak" (Lias);

K : Calcaires à Orbitolines de l'Aptien;

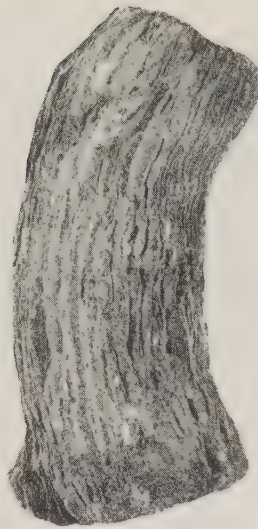
E1 à E4 : Marnes, tufs volcaniques, calcaires à Nummulites et conglomérats de l'Eocène.

- 4 - 70 m de schistes gris avec passées gréseuses et calcaires ;
- 5 - 42 m de schistes gris avec passées gréseuses à débris végétaux ;
- 6 - 3 m de calcaires à Heterastridium ;
- 7 - 60 m de schistes calcareux gris clair, avec intercalations de calcaires marneux ;
- 8 - 50 m de schistes gris avec intercalations gréseuses ;
- 9 - 5 m de calcaires gris à Heterastridium et Indopectens (I. glabra Douglas ; I. cf. clingetti Boehm) ;
- 10 - 40 m de schistes gris calcareux à Lamellibranches ;
- 11 - 65 m de schistes gris admettant des intercalations de grès et de marnes gréseuses jaunâtres ;
- 12 - 35 m de schistes gris à passées de calcaires marneux à Lamellibranches ;
- 13 - 50 m de calcaires zoogènes, gris ou gris foncé, à Heterastridium, Coraux, (Montlivaultia norica Frech ; Stylonylloopsis lindstromi Frech ; Thamnastra rectilamellosa Winckler) ; Indopectens (I. glabra Douglas ; I. cf. clingetti Boehm) ; Myophoria verbecki Boettget et Daonella sp.

L'assise calcaire terminale de l'Unité 7 constitue dans la région de Soh un horizon-repère extrêmement commode qui couronne la formation de Naïband et qui peut être pris comme limite entre le Trias et la Lias. Bien que très constant, cet horizon-repère peut varier d'épaisseur : puissant de 50 m à Niazmargh, il diminue d'épaisseur vers le Sud (10 à 30 m à l'Est de Kaleh Rud) et s'épaissit au contraire (50 à 80 m) vers le Nord. Au Nord du village de Kaleh Rud, il peut être suivi sur 7 km en direction du NW jusqu'au pied septentrional de la montagne d'Humand où il est interrompu par une faille de direction NW-SE. Il réapparaît à environ 2 km plus au NW et se continue jusqu'au SW du village de Najhaf. Au NW du village de Maramand, où l'horizon-repère atteint 70 m d'épaisseur, il constitue une



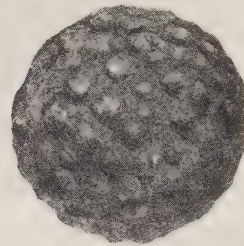
Ph. 19a



Ph. 19a



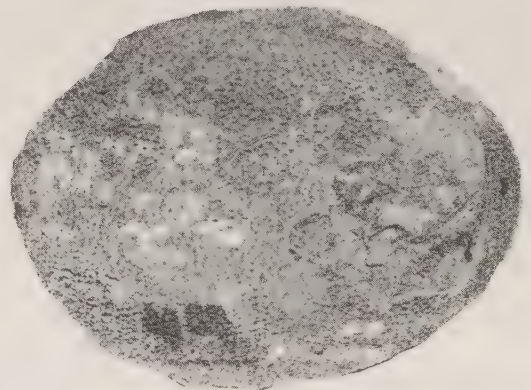
Ph. 19b



Ph. 21



Ph. 20



Ph. 21

Fossiles de l'Unité schisto - calcaires de Niazmargh
(partie supérieure de la formation de Naiband)

Ph. 19a - *Montlivaultia norica* Frech; Ph. 19b - Polypier indéterminé;
Ph. 20 - *Stylophyllopsis lindstromi* Fre. Ph. 21 - *Heterastridium conglobatum* Reuss.

crête rocheuse de direction NS bien reconnaissable au sein des schistes qui l'entourent.

Il convient de signaler que l'épaisseur de 50 m que nous avons mesurée dans la coupe de Niazmargh n'est pas extrêmement précise par suite des complications structurales qui affectent l'unité terminale de la formation de Naïband. Elle peut être considérée comme constituant une valeur minimale, qu'il serait possible de voir dépassée dans d'autres secteurs.

Fossiles

Si l'absence de fossiles ne permet pas de dater véritablement les "grès d'Abyaneh" et les "dolomies de Shotori" de la région de Soh, et si les quelques Lamellibranches récoltés dans les "calcaires d'Espahk" n'apportent pas de précision stratigraphique très grande, en revanche, les nombreux fossiles recueillis dans les différentes unités lithologiques de la formation de Naïband présentent un grand intérêt. Il convient, par conséquent, d'en reprendre la liste, niveau par niveau, et d'indiquer la signification stratigraphique des fossiles livrés par chacun des horizons fossilifères.

Calcaires d'Espahk

Le terme supérieur de la formation de Shotori n'a livré que quelques Lamellibranches mal conservés où D.L. Stepanov a pu reconnaître : Pseudomonotis sp., Schafhaeutlia sp. et Plagiostoma sp. gr. praecursor Quenst. Ces Lamellibranches sont indicatifs du Trias mais ne fournissent pas d'indication stratigraphique plus précise.

Série de transition (base de la formation de Naïband)

La majeure partie de cette série ne peut pas être datée avec précision par manque de fossiles. En revanche, ses assises terminales

Planche XI



Ph. 22 - *Indopecten glabra* Douglas.



Ph. 23 - *Myophoria verbecki* Boettger.



Ph. 24 - *Thamnastrea rectilamellosa* Winkler.

Fossiles de l'Unité schisto-calcaires de Niazmargh.
(partie supérieure de la formation de Naiband)

(20 et 22 de la coupe, fig. 22) renferment des fossiles qui indiquent soit le Ladimien supérieur-Carnien, comme le foraminifère Glomospirella cf. persica (Oberhauser), soit le Trias supérieur indéterminé, comme Indopecten glabra Douglas, soit, avec plus de précision, le Carnien supérieur-Norien inférieur, comme les Ammonites qui y ont été récoltées : Distichites nov. sp., du groupe de D. minos Mojs⁽¹⁾, D. cf. celticus Mojs. et D. nov. sp.. Ces différents fossiles indiquent que la "série de transition" appartient indubitablement au Trias supérieur et même à un niveau déjà assez élevé de celui-ci.

Schistes et calcaires de Parsefid (partie inférieure de la formation de Naïband)

Les fossiles récoltés depuis la base jusqu'à la partie supérieure de cette unité, soit dans une tranche de terrain de 215 m environ d'épaisseur, constituent une faune homogène, peu variée en espèces et tout à fait comparable à celle de l'unité précédente, qui doit être attribuée au Carnien supérieur-Norien. Cette attribution d'âge est basée sur la présence des formes suivantes :

Ammonites : Distichites nov. sp., du groupe de D. minos Mojs.
Distichites iraniensis
Distichites cf. pudens Welter
Distichites cf. celticus Mojs
Distichites nov. sp. (plusieurs espèces nouvelles, dont une à deux rangées de tubercules)

Lamellibranches :

Indopecten glabra Douglas
Indopecten cf. clingetti Boehm.

Schistes et grès de Venher (partie moyenne de la formation de Naïband)

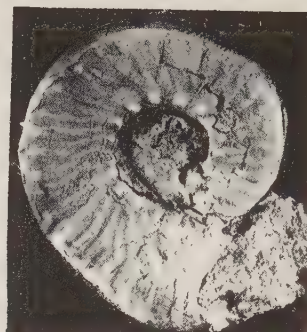
Azoïque.

(1) Cette ammonite sera décrite sous le nom de Distichites iraniensis nov. sp. dans le mémoire que M. le Gal M. Collignon se propose de consacrer aux ammonites triasiques d'Iran.

Planche XII



← Ph. - 25 - *Distichites iraniensis* nov. sp.



Ph.26 →
Distichites cf. *celticus* Mojs.



→ Ph.27 - *Distichites* sp.

Ammonites de l' Unité schisto - calcaires de Parsefid
(partie inférieur de la Formation de Naiband)

Schistes et calcaires de Niazmargh (partie supérieure de la formation de Naïband)

Dans la région de Soh correspondant à notre strict territoire d'étude, cette unité supérieure n'a pas fourni d'Ammonites. Elle nous en a toutefois livré quelques unes à environ 80 km au Sud de Soh, dans des assises se plaçant à la base de cette dernière unité. Ces Ammonites, non déterminées spécifiquement, ont été rapportées par M. le Général M. Colli-
gnon aux genres Cladiscites, Arcestes et Placites dont l'association caractérise, pour ce spécialiste, le Norien supérieur "à proximité de la base du Rhétien".

Les fossiles recueillis dans la région même de Soh confirment l'attribution à la partie tout à fait supérieure du Trias, c'est à dire au Norien supérieur et au Rhétien, des schistes et calcaires de Niazmargh. Ce sont :

Lamellibranches⁽¹⁾ :

Indopecten glabra Douglas,

Indopecten cf. clingetti Boehm,

Myophoria verbecki Boettger, espèce déjà signalée dans la
localité-type de Naïband;

Daonella sp.

Hydrozoaires⁽¹⁾ : la partie supérieure de la formation de Naïband est

caractérisée, dans la région de Soh comme dans la majeure partie de l'Iran central, par le genre Heterastridium, forme globuleuse dont le diamètre peut varier de 2,5 à 14 cm. L'espèce la plus caractéristique en est H. conglobatum Reuss.

Coraux⁽¹⁾ :

Montlivaultia norica Frech,

Thamnastrea rectilamellosa Winckler,

Stylophylloidsis lindstromi Frech.

(1). Détermination de K.S. Emami

Limites inférieure et supérieure

Dans la région de Soh, comme dans d'autres secteurs de l'Iran central, il n'y a pas eu continuité de sédimentation entre le Permien et le Trias, ce dernier débutant transgressivement, par l'unité des "grès d'Abyaneh", sur des assises appartenant au Permien moyen-supérieur, mais non au Permien terminal.

A Soh, l'absence de fossiles dans les grès d'Abyaneh et dans la puissante série des dolomies de Shotori ne permet pas d'indiquer avec précision l'époque à laquelle s'est produite la transgression triasique, l'âge exact de ces grès et de ces dolomies étant lui-même inconnu. Mais au Sud d'Isfahan, dans la localité de Shah Reza, qui se situe à environ 140 km au Sud de la région d'étude, j'ai eu la bonne fortune de récolter une abondante faune d'Ammonites dans des calcaires marneux, épais d'environ 50 m, qui surmontent en continuité apparente les calcaires dolomitiques à Fusulines du Permien. Cette assise supporte à son tour, sans interruption, 120 m de calcaires vermiculés et oolithiques puis 450 m de dolomies et calcaires dolomitiques sans fossiles qui peuvent être mis en équivalence avec les dolomies de Shotori. Les Ammonites recueillies dans cette localité ont été étudiées par M. le Général M. Collignon qui y a reconnu les espèces suivantes⁽¹⁾ :

Kashmirites sp., aff. robustus Welter et densestriatus Welter,
Anakasmirites nivalis Diener,
Anakasmirites aff. rotula Waagen,
Anakasmirites cf. lilangensis v. Krafft,
Anakasmirites sp., aff. purusha Diener et kapila Diener,
Anakasmirites sp., aff. asiaticus v. Krafft,
Anakasmirites aff. lissarensis Diener,
Paratirolites parisensis Zak,
Paratirolites cf. kittli Stoyanof,
Tirolites spinosus Mojs.,
Tirolites cf. darwini Kittl,
Tirolites cf. turgidus Mojs.,
Tirolites nov. sp., plusieurs espèces nouvelles
Dorikranites sp. nov., aff. bogdoamus v. Buch.

(1) Ces Ammonites, ainsi que celles du Trias supérieur de Soh, seront décrites ultérieurement par M. le Général M. Collignon dans une monographie consacrée aux Ammonites triasiques d'Iran.

Planche XIII



← Ph. 28 - Anakashmirites



Ph. 29 →
Tirolites (Zahedites nov. subgen.)



← Ph. 30 - Paratirolites

Ammonites du Trias inférieur de la région d' Isfahan

Cette riche faune d'Ammonites est caractéristique du Trias inférieur (Scythien) et, plus précisément encore, de la zone à Tirolites cassianus.

Bien qu'aucune preuve certaine ne puisse en être apportée, on peut admettre à titre d'hypothèse que l'unité des grès d'Abyaneh, qui traduit dans la région de Soh la transgression du Trias, représente l'équivalent latéral des calcaires marneux à Ammonites du Sud d'Isfahan et que ces grès correspondent, par conséquent, au moins à une partie du Trias inférieur.

En ce qui concerne la limite supérieure du Trias de Soh, nous avons vu que les faunes recueillies dans les termes les plus élevés de la formation de Naiband conduisaient à ranger ceux-ci dans le Rhétien. Il est par conséquent justifié de placer la limite supérieure du Trias au toit des derniers calcaires à Heterastridium et d'attribuer au Lias la formation schisto-gréseuse de Shemshak qui débute aussitôt après.

Comparaisons. Milieu et conditions de dépôt

Le tableau n° 3, qui indique la constitution des principales séries triasiques d'Iran, permet de tirer un certain nombre de conclusions sur les conditions de sédimentation réalisées durant le Trias dans les différents secteurs de notre pays.

Trias inférieur

Au Trias inférieur, les conditions paléogéographiques existantes ont déterminé deux grands types principaux de sédimentation.

Dans les secteurs où la sédimentation a été continue entre le Permien et le Trias, c'est à dire dans ceux qui n'ont pas émergé vers la fin du Permien sous l'effet de mouvements épirogéniques, le Trias est représenté par des sédiments principalement carbonatés, ou tout au moins par des sédiments ne comportant pratiquement pas d'éléments terrigènes abondants.

Région	Zagros [114]	S et W d'Isfahan [178]	IRAN CENTRAL				Alborz	
			SOH	Nakhlak [52]	Naiband [63 et 99]	Tabas [143]	méridional [20 et 103]	septentrional et région de Djulfa [155]
Epaisseurs globales	400 m	600 à 2000 m	2.400 m	1.800 m	1.000 à 2.000 m		530 m	500 m
S A I R T	supérieur	Rhétien	Dolomies	Schistes et calcaires à <u>Indopectens</u> et <u>Heterastri-ridium</u> de <u>Niazmargh</u> (500m)	Schistes avec grès et calcaires gréseux en bancs peu épais, sans fossiles (plusieurs centaines de mètres)	Calcaires et schistes de Hoz-e-Khan	Schistes et grès (0 à 800m)	
		Norien	massives	Schistes et grès de <u>Venher</u> (510m)	Schistes avec bancs peu de grès et de calcaires gréseux à <u>Procladiscites</u> , <u>Megaphyllites</u> , <u>Proarcestes</u>	Grès calcaireux de Naiband		
		Carnien	ou calcaires bréchi-ques	Schistes et calcaires de <u>Parsefid</u> à <u>Distichites</u> (350m)	?	?		
			(1.500 m)	Série de transition à <u>Distichites</u> (70m)	(350m)	Schistes de Hoz-e-Sheikh		
	moyen	Ladinien	Dolomies à grain fin, sombres et régulièrement litées	Calcaires d'Espahk à <u>Pseudomonotis</u> (320m)	Conglomérats massifs à gros éléments (600m)	Calcaires et dolomies	Calcaires d'Espahk (150m) ?	Formation d'Elikah
		Anisien	ou calcaires à <u>Paraceratites</u>	Dolomies de Shotori (610m)	Schistes, grès, microconglom., calc. en petits bancs et calc. noduleux à <u>Sturia</u> , <u>Leio-phyllites</u> , etc. (244)		Dolomies et dolomies (820m)	
							Calcaires et dolomies (450m)	
	inférieur	Olenekien	Gypses et calcaires finement lités à <u>Pseudomonotis</u>	Calcaires oolitiques et calcaires vermiculés (120 m)	Calcaires à <u>Clypites</u> , <u>Leio-phyllites</u> , <u>Procladiscites</u> , <u>Anakashmirites</u> , etc. (283m)	Grès et schistes gréseux	Schistes rouge avec minces intercalations de calcaires vermiculés et de dolomies de la Formation de Sorkh Sh-ale (120m)	Calcaires marneux et calcaires vermiculés avec conglomérats doléritiques (280m)
		Induen	ou dolomies	Calcaires argileux à <u>Tirolites</u> , <u>Paratirolites</u> , <u>Anakashmirites</u> , etc. (50m)	Calcaires, grès et micro-conglomérats (200m)			

Tableau 3. - Corrélation des séries triasiques de quelques régions d'Iran.

C'est ce que l'on observe dans l'Alborz septentrional et nord-occidental, dans le Zagros, dans la région d'Isfahan et dans l'Est de l'Iran central.

A l'exception du Zagros, où le Scythien correspond soit à des dolomies, soit à des calcaires finement lités alternant avec des couches de gypse, le Trias inférieur de ces différentes régions comporte toujours, en plus ou moins grande abondance, des calcaires de faciès très particulier, appelés "calcaires vermiculés", qui sont des calcaires à déjections et pistes de limnivores. Il est intéressant de rappeler que des calcaires identiques sont connus dans le Trias du pourtour de la Méditerranée occidentale (Alpes p.p., Pyrénées p.p., Espagne, Sardaigne, chaînes littorales d'Algérie, etc...) où ils occupent cependant une position stratigraphique un peu plus élevée (partie inférieure du Muschelkalk = Anisien).

Dans la région classique de Djulfa, à l'extrémité nord-occidentale de l'Alborz, l'unité comprenant les calcaires vermiculés est précédée par des marnes et calcaires rougeâtres renfermant une très riche faune d'Ammonites caractéristique du Scythien inférieur, ou Induen [134 et 155] .

Au Sud d'Isfahan⁽¹⁾, l'unité à calcaires vermiculés surmonte les calcaires argileux renfermant la faune de la zone à Tirolites casianus que nous avons citée page 125. Il semble donc bien justifié de placer les "calcaires vermiculés" d'Iran dans la partie supérieure du Trias inférieur.

Dans l'Est de l'Iran central, la "formation de Sorkh Shale", qui rappelle tout à fait l'assise des calcaires vermiculés par les tubes de vers couvrant la surface supérieure de certains de ses bancs, surmonte en continuité la formation de Jamal par laquelle se termine le Permien.

Dans les secteurs d'Iran qui avaient émergé durant les derniers temps du Permien, le Trias débute transgressivement par des assises comportant en règle générale une proportion plus ou moins élevée d'éléments terri-

(1) L'existence d'une série continue, comprenant du Trias inférieur à Ammonites, a été signalée en 1969 par H. Taraz dans la région d'Abadeh.

rigènes (grès ou même microconglomérats). C'est ce que l'on observe dans une grande partie de l'Iran central, notamment dans la région de Soh où la lacune anté-triasique est soulignée en outre par la présence d'argiles bauxitiques et de pisolithes ferrugineux. Ce Trias inférieur plus ou moins détritique n'a jusqu'ici livré de fossiles que dans la région de Nakhlak où M. Davoudzadeh, K. Seyed-Emami et M. Amidi ont recueilli de nombreuses Ammonites caractéristiques du Scythien supérieur (Olénékien) [52]. Cette règle liant le caractère transgressif du Trias à la nature plus ou moins terrigène de son terme inférieur souffre une exception dans l'Alborz méridional. Sur le versant sud de cette chaîne, les "calcaires vermiculés" du Trias inférieur surmontent en effet, directement, en transgression et légère discordance, les assises du Carbonifère inférieur.

Trias moyen

Le Trias moyen correspond à une uniformisation des conditions de dépôt sur la majeure partie du territoire de l'Iran, uniformisation qui se traduit par une sédimentation uniquement carbonatée (dolomies et calcaires), à l'exception toutefois de la région très particulière de Nakhlak. Dans cette dernière, en effet, le Trias moyen est représenté, à sa partie inférieure, par une série schisto-gréseuse ne comportant que de petits niveaux calcaires et, à sa partie supérieure, par 600 m de conglomérats. Le premier de ces deux termes renferme heureusement de nombreuses Ammonites caractéristiques de l'Anisien [52], qui permettent d'attribuer sans hésitation au Trias moyen, malgré leur faciès très particulier, l'ensemble de ces deux horizons. La nature finement puis grossièrement détritique de ce Trias moyen de Nakhlak implique l'existence de reliefs assez proches, qu'une érosion active démantelait au cours même de leur surrection. Les mouvements localisés responsables de la genèse de ces reliefs, peuvent être regardés comme précurseurs de ceux qui se sont fait sentir, à la fin du Trias moyen, sur une large fraction du territoire de l'Iran.

En dehors de la région exceptionnelle de Nakhlak, le Trias moyen d'Iran (comme celui de la majorité des régions mésogéennes) est représenté par des dolomies et des calcaires dont l'épaisseur oscille en moyenne entre 500 et 1000 m. Dans tout l'Iran central (sauf Nakhlak), ce Trias moyen carbonaté peut être rangé sous la même dénomination de "formation de Shotori", formation dans laquelle il est généralement possible de distinguer, de bas en haut, un ensemble dolomitique (dolomies de Shotori) et un ensemble calcaire (calcaires d'Espahk). En dehors des montagnes de Shotori où a été pris le type de cette formation, c'est sous ces deux faciès carbonatés voisins que se présente le Trias moyen de la région de Soh et, plus généralement, de l'Ouest de l'Iran central.

Dans les chaînes du Zagros, le Trias moyen correspond à la partie médiane de la formation essentiellement dolomitique de Khaneh Kat. Dans les montagnes de Bakhtiani, au NE du Khuzestan, où il présente un faciès calcaire, il a fourni dans sa partie inférieure une Ammonite caractéristique du Trias moyen (Paraceratites).

Trias supérieur

En dehors du SW de l'Iran (Zagros) où la formation de Khaneh Kat se poursuit, sous son faciès de dolomies massives ou sous un faciès de calcaires bréchiqes, jusqu'au Rhétien inclus, le Trias supérieur correspond, dans les régions d'Iran où il est représenté, à un changement total de sédimentation qui traduit l'existence de mouvements entre le Trias moyen et le Trias supérieur. A la sédimentation carbonatée de l'Anisien-Ladimien fait suite, en effet, une sédimentation essentiellement argilo-gréseuse très puissante, qui implique l'arrivée dans le bassin de sédimentation d'apports terrigènes particulièrement abondants. La présence, dans cet ensemble argilo-gréseux, d'assises calcaires assez nombreuses, indique que le bassin correspondait à une mer ouverte et à salure normale, car ces calcaires

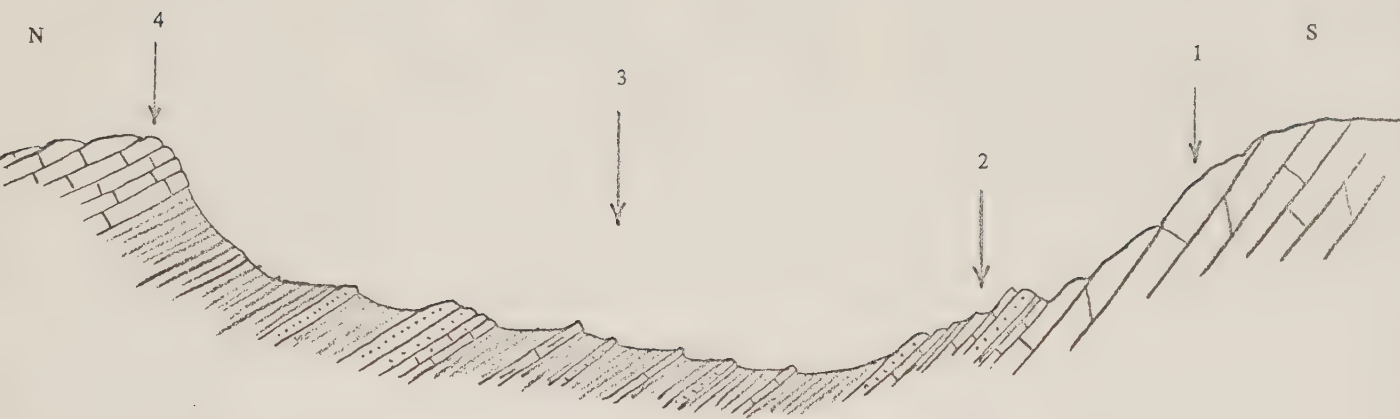


Fig. 26 - Coupe schématique située d'environ 12 Km au NW du Mahallat (1)

- 1 - Calcaires dolomitique et calcaires blanc (Formation de Shotori)
- 2 - 50m de calcaires, dégrés et de schistes (série de transition)
- 3 - 2000m de schistes argilo-gréseux avec des intercalations de calcaires à Ammonites (Distichites sp. indet. du Gr. Hacqueti Mojs.etc(2))
- 4 - 120m de calcaires gris et calcaires marneux á Heterastridium.

(1) Observations géologiques de M. Zahedi et M. Alavi (1964) [179] et de M. Zahedi (1969).

(2) Ces Ammonites, dont j'ai recoltés en 1969 ont été déterminées par le G^{al} M. Collignon.

renferment des fossiles de types variés : Foraminifères, Coraux, Lamelli-branches et Ammonites.

Ainsi que l'indique la carte de la figure 27, p. 134, les territoires dont l'émergence entraîne ce changement radical de sédimentation englobent tout le Nord de l'Iran. C'est sans doute à cette émergence et à une érosion corrélatrice locale très intense qu'est due l'absence de tout témoin d'assises triasiques dans les montagnes de Soltanieh (région de Zanzan).

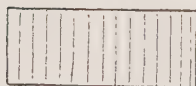
La série schisto-gréseuse, avec intercalations calcaires, qui représente le Trias supérieur à la périphérie de ces territoires émergés a été décrite sous le nom de "formation de Naïband". Cette dénomination peut être étendue à la majeure partie du Trias supérieur de l'Iran central dont la constitution lithologique reste constante à quelques détails près. Il convient cependant de souligner que cette "formation de Naïband ne présente pas toujours les mêmes relations avec les assises qui la précèdent.

Dans la région de Soh, de même que dans les régions voisines de Tafresh [108] et du Mahallat (fig. 26), le passage du Trias moyen calcaire au Trias supérieur schisteux, se fait de façon progressive par l'intermédiaire de couches de transition. On peut dire que, dans ces régions, les mouvements épirogéniques de la fin du Trias moyen n'ont provoqué ni émergence, ni arrêt de sédimentation et qu'ils n'ont eu pour effet que d'entraîner une modification rapide - mais non brutale - de la sédimentation.

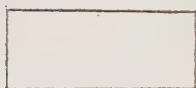
Sur le plan faunistique, nous soulignerons, après d'autres, que les faunes du Trias d'Iran, présentent de grandes affinités avec celles de Transcaucasie (Nakhitchévan) [134], d'Afghanistan [124], de Timor [64 et 123] et de la péninsule de Mousandam, dans l'Oman [64].



Fig. 27 - Paléogéographie schématique de l'Iran au Trias supérieur



Région exondée.



Trias supérieur certain, fossilifères à faciès schisto-calcaires et schisto-gréseux.



Trias supérieur probable, à faune non caractéristique, à faciès essentiellement carbonaté (calcaires et dolomies).

C h a p i t r e I X

L I A S

(Formation de Shemshak)

La formation liasique de Shemshak, de nature essentiellement argilo-schisteuse, constitue les collines aux formes arrondies du versant occidental de la chaîne de Soh ainsi que la partie NE de son versant oriental.

Par suite des nombreuses failles qui l'affectent, il ne nous a pas été possible de relever la succession complète de ses assises le long d'un seul profil. Nous avons pu, cependant, reconstituer une coupe synthétique à partir de coupes fractionnées relevées au Nord de Kaleh-Rud, au Sud et à l'Ouest de Tar, sur le versant nord du Kuh-e-Chehr, à Geloshaleh et au Nord de Maravand. Cette coupe comporte dans ses grandes lignes trois horizons distincts qui sont, de bas en haut (fig. 29) :

I - les "schistes et grès de Kaleh-Rud", épais de 400 m environ, qui surmontent en continuité de sédimentation les calcaires à Hétérastridium du Trias supérieur ;

- II - Les "schistes et calcaires de Tar", correspondant à environ 500 m de schistes argileux admettant des intercalations de calcaire et de charbon ;
- III- les "conglomérats à dragées de Geloshaleh", représentés par environ 150 m de conglomérats à dragées, de grès à ciment argileux et de schistes gréseux, à la partie inférieure desquels s'observent des couches de charbon.

Ces trois horizons principaux montrent la constitution détaillée suivante :

I - Schistes et grès de Kaleh-Rud (408 m) (fig. 28)

- 1 - 90 m de schistes gris foncé, avec minces passées (5 à 10 cm) de grès ;
- 2 - 100 m d'alternances de schistes et de grès, avec de minces passées (4 à 5 cm) de calcaires gréseux à débris végétaux ;
- 3 - 80 m de schistes gris foncé avec petits bancs de grès de 5 à 10 cm d'épaisseur ;
- 4 - 110 m de grès blancs ou brunâtres, à ciment calcaréo-argileux et légèrement ferrugineux, en bancs de 0,3 à 0,6 m d'épaisseur ;
- 5 - 20 m de schistes argileux noirs, avec de minces intercalations de grès à débris végétaux ;
- 6 - 8 m de calcaires à Algues et à Coraux. Ce niveau, qui atteint 20 m d'épaisseur à Tar, montre à sa base des schistes charbonneux. Il a livré, plus au Sud, au voisinage mais en dehors de notre région d'étude, quelques Ammonites de la base du Toarcien moyen.

Les différents termes (voir figure 28) constituant ce premier horizon affleurent largement au Nord du village de Kaleh-Rud ainsi qu'au NE et au NW de Maravand. Dans cette dernière localité, ils atteignent 500 m d'épaisseur et comportent une proportion de schistes plus élevée qu'à Kaleh-Rud.

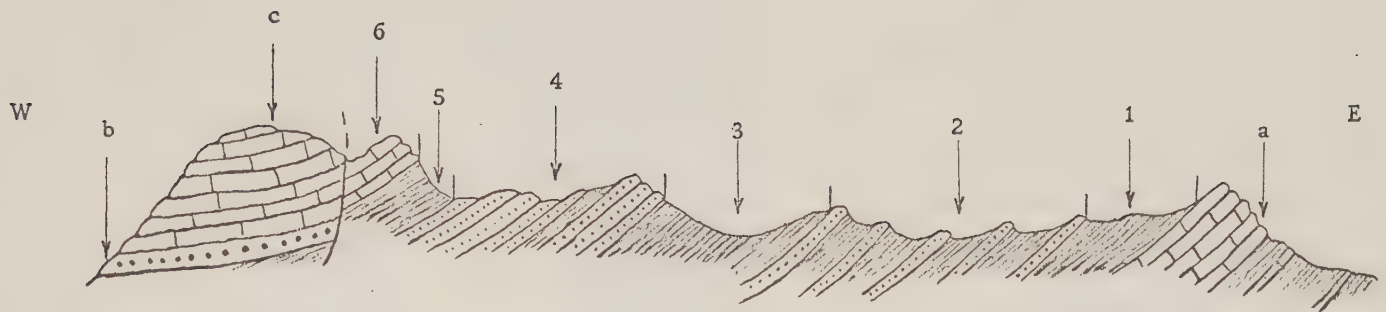


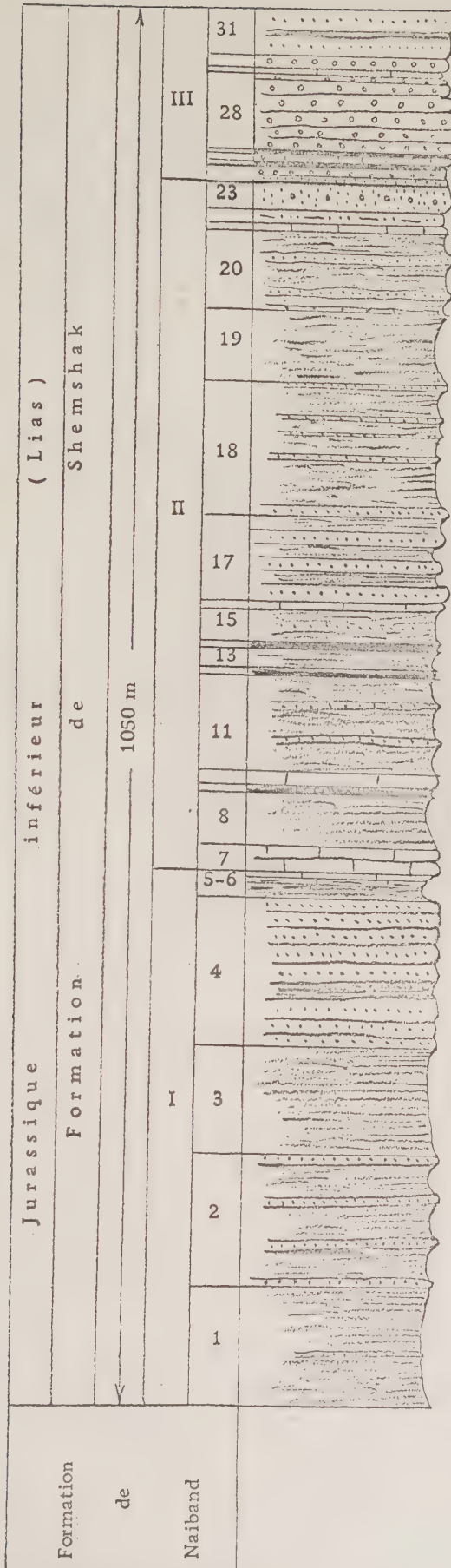
Fig. 28 - Coupe schématique des schistes et grès de Kaleh - Rud.

Lègende . a : calcaires à Heterastridium du Trias supérieur; 1 à 6 : schistes et grès de Kaleh - Rud (description dans le texte); b : conglomérat rouge de la base de l'Aptien; c : calcaires à Orbitolines de l'Aptien.

II - Schistes et calcaires de Tar (494 m)

- 7 - 20 m de calcaires gris à Algues, légèrement cristallins, admettant des schistes charbonneux à la base ;
- 8 - 40 m de schistes gris foncé, avec intercalations de grès calcareux ;
- 9 - 1 m de charbon présentant un caractère lenticulaire ;
- 10 - 3 m de calcaire gris clair, lenticulaire, à Algues et débris de Lamellibranches ;
- 11 - 85 m de schistes admettant des intercalations gréseuses ;
- 12 - 1 m de charbon présentant un caractère lenticulaire ;
- 13 - 10 m d'alternance de schistes et de grès quartzitiques ;
- 14 - 1 m de charbon présentant un caractère lenticulaire ;
- 15 - 40 m de schistes et de grès ;
- 16 - 5 m de calcaire gris, riches en Lamellibranches et Bélemnites ;
- 17 - 65 m d'alternance de schistes noirâtres et de grès quartzitiques blancs ;
- 18 - 100 m de schistes noirs, avec intercalations de grès ;
- 19 - 54 m de schistes gris foncé, avec passées gréseuses ;
- 20 - 60 m d'alternance de schistes gris foncé, en bancs de 3 à 5 m d'épaisseur , séparés par des lits de grès quartzitiques en bancs de 0,5 à 0,6 m ;
- 21 - 5 m de calcaire argileux gris, à l'altération jaunâtre, renfermant des Lamellibranches ;
- 22 - 10 m de schistes gréseux gris ;
- 23 - 30 m de grès conglomératiques blanchâtres, à grains de quartz de 0,5 à 1 mm de diamètre et galets sphériques de silex ou de quartz de 1,5 à 2,5 cm de diamètre.

Les assises de cet Horizon II affleurent principalement au SE de la région, près des villages de Tar et de Targ. Elles deviennent plus



I - Schistes et grès de Kaleh - Rud (400m).

II - Schistes et calcaires de Tar (500m).

III - Conglomérats à dragées siliceuses de
Geloshaleh (150m).

Fig. 29 - Coupe synthétique de la Formation de Shemshak (Lias). Echelle 1:5000

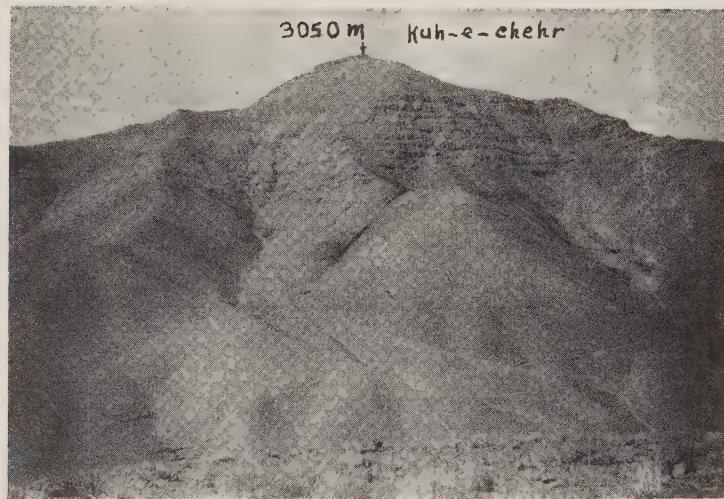
schisteuses et ne renferment ni intercalations de calcaires ni couches de charbon dans le Nord de la région. Cette disparition des calcaires et des niveaux de charbon fait que, dans ce secteur nord, les horizons I et II se ressemblent beaucoup.

III - Conglomérats à dragées de Geloshaleh (150 m)

- 24 - 18 m de grès grossiers gris, à grains de quartz plus ou moins arrondis de 0,5 à 1 mm de diamètre ;
- 25 - 1 m de charbon ;
- 26 - 12 m de grès et de conglomérats à dragées siliceuses ;
- 27 - 1 m de charbon ;
- 28 - 70 m de conglomérats à dragées, à éléments bien roulés de quartz blanc, de 0,5 à 3 cm de diamètre, reliés par un ciment argileux ou parfois siliceux ;
- 29 - 3 m de calcaires sableux limonitiques à Lamellibranches ;
- 30 - 10 m de conglomérats à dragées siliceuses ;
- 31 - 35 m de grès gris à ciment argileux, comportant des débris de biotite altérée. Ce niveau admet de minces intercalations (10 à 20 cm) de schistes gris foncé.

L'horizon des conglomérats à dragées qui affleure largement dans toute la région où la formation de Shemshak est représentée, forme généralement des falaises abruptes ou des collines allongées. Une de ces falaises, qui s'allonge suivant une direction NW à l'Est de Soh, se suit sur plus de 20 km. Au Nord du village de Maravand, les conglomérats à dragées prennent un développement considérable ; ils atteignent plus de 250 m d'épaisseur et constituent un haut sommet (3 030 m) se présentant sous forme d'un synclinal perché. Dans cette même région, les passées charbonneuses de leur partie inférieure s'appauvrissent considérablement.

Planche XIV



Ph 31 - Schistes à charbons, avec intercalations de
conglomérats à dragées de quartz, de la Formation
liasique de Shemshak.

Au Nord du village de Takieh, dans le secteur NE de notre région d'étude, les conglomérats forment également des synclinaux perchés que recoupent des failles. Au Nord de Yarand, le Lias supérieur conglomératique plissé en synclinal est directement surmonté par les conglomérats de la base de l'Eocène. Il convient d'indiquer que, dans ce coin nord-occidental de la région de Soh, les schistes de la formation de Shemshak sont assez fréquemment traversés par des filons rhyolitiques ou andésitiques d'âge néogène.

Fossiles

Les arguments paléontologiques susceptibles de dater la formation de Shemshak, dans la région de Soh, sont très pauvres et ne permettent pas d'apporter de précisions sur l'âge de celle-ci. Les seules Ammonites que nous ayons récoltées proviennent d'une localité située en dehors de notre région d'étude, à environ 60 km au SE de Soh. Ce sont, d'après R. Mousterde qui a bien voulu en effectuer l'étude, Hildoceras sublercisoni Fucini et Bactylioceras sp. qui indiquent la base du Toarcien moyen. Ces Ammonites nous ont été livrées par un banc lenticulaire de calcaire d'Algues, se plaçant à environ 120 m au-dessus des calcaires à Heterastri-dium du Trias supérieur. Malgré sa position apparemment plus basse, nous pensons pouvoir assimiler, avec doute il est vrai, ce banc fossilifère avec le niveau 6 de notre horizon I qui présente un faciès très semblable. Dans ce niveau 6 nous avons récolté des Algues, parmi lesquelles P. Bernier a reconnu des Codiacées (Cayeuxia ? ou Arabicodium ?) des Oncolithes et Thaumatoporella parvovesiculifera Raineri, des Foraminifères (Ammobaculites sp., Nubécularidés - servant de nucléus aux Oncolithes - Ataxiophragmudés, Stromatoporidés), des entroques, des débris de Gastéropodes et de Lamelli-branches. Ces différents fossiles n'ont, malheureusement, pas de signifi-cation stratigraphique précise.

La pauvreté en fossiles du Lias de la région de Soh, qui contraste avec la richesse des faunes signalées par de nombreux auteurs dans la chaîne de l'Alborz⁽¹⁾, nous permet seulement d'affirmer que, au voisinage de notre région d'étude, la formation de Shemshak comporte, vers son tiers inférieur, du Toarcien moyen.

Limites inférieure et supérieure

Alors que dans la chaînes de l'Alborz la formation de Shemshak repose en transgression et discordance sur différentes assises plus anciennes et ne doit par conséquent pas comprendre, ou ne comprendre que localement, les étages inférieurs du Lias⁽²⁾, dans la région de Soh, le passage apparemment continu du Trias au Lias conduit à penser que ces étages inférieurs sont vraisemblablement présents à la base de la formation de Shemshak⁽³⁾. Cette présence demanderait toutefois à être confirmée par la découverte de fossiles étant donné que notre premier niveau daté, qui se situe à 120 m au-dessus de la base du Shemshak, est du Toarcien moyen.

En l'absence d'argument paléontologique, nous avons admis que la limite entre Trias et Lias se plaçait, dans notre région d'étude, entre

-
- (1) H.R. Coppert (1862) ; E. Tietze (1879) ; H. Douville (1904) ; E. Fischer (1915) ; A. Ovcinniko (1930) ; E. Bohne (1932) ; A. Rivière (1934) ; E.B. Bailey, R.C. Jones and S. Asfia (1948) ; J. Stocklin (1959) ; C. Lorens (1964) ; J. Dellenbach (1964) ; M. Glaus (1965) ; P. Allenbach (1966) ; R. Steiger (1966) ; R. Assereto (1965, 1966, 1968).
 - (2) Le niveau le plus ancien, daté par Ammonites dans l'Alborz, est le Domérien à Amaltheus margaritatus ; le niveau le plus récent est l'Aalénien à Ludwigia murchisonae.
 - (3) Dans l'Iran central (E. de Tabas) l'existence du Lias inférieur peut être déduite de la présence de Coraux appartenant au genre Oppelismilia.

les calcaires triasiques à Heterastridium et le premier niveau schisteux de la formation de Shemshak. Cette limite lithologique présente une évidente valeur pratique pour l'établissement de la carte géologique, mais ne préjuge pas du niveau exact où devrait être placée la limite chronostratigraphique entre Trias et Lias.

L'horizon à dragées de la partie supérieure de la formation de Shemshak ne nous ayant pas livré de fossile déterminable, et cette formation étant toujours surmontée directement, dans la région de Soh, par les grès et conglomérats transgressifs et discordants de l'Aptien ou même de l'Eocène, il ne nous est pas possible de préciser jusqu'où elle s'élève dans la série stratigraphique. Nous pouvons seulement supposer, par comparaison avec d'autres régions de l'Iran central où la partie supérieure de la formation de Shemshak est fossilifère et supporte en continuité des assises datées du Dogger, que le Lias supérieur et peut-être même la base du Jurassique moyen doivent être représentés dans notre région d'étude par les termes les plus élevés de la formation de Shemshak.

Comparaisons

Ainsi que le montre la carte schématique de la figure 30, sur laquelle nous avons indiqué la répartition des principaux faciès du Lias d'Iran, les sédiments de type paralique de la formation de Shemshak (schistes et grès à niveaux de charbons et conglomérats à dragées) représentent le Lias dans la quasi totalité de l'Iran central et de l'Iran septentrional.

On doit toutefois distinguer, à l'intérieur de ce vaste territoire, deux secteurs qui se différencient par la nature des rapports existant entre la formation de Shemshak et les formations plus anciennes.

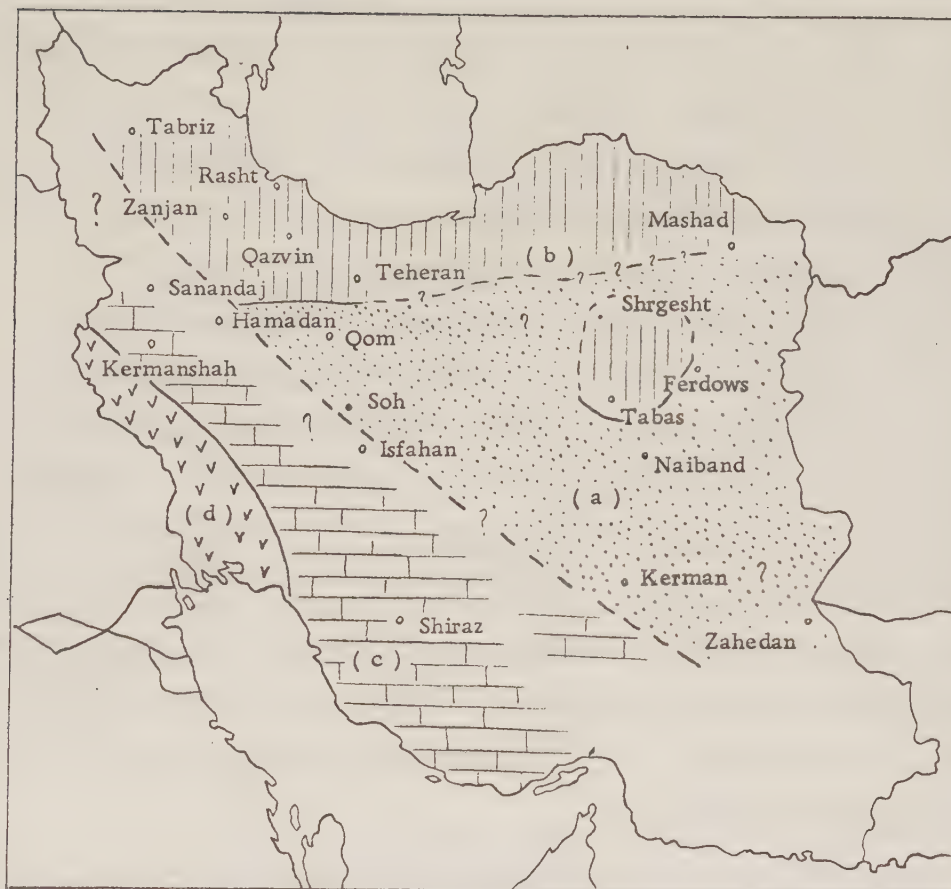


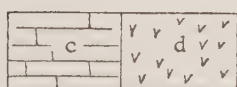
Fig. 30 - Carte de répartition des principaux faciès du Lias d'Iran



Limite d'extension vers le SW du faciès Shemshak.



Régions où le Lias est représenté par la Formation de Shemshak (a : Shemshak en continuité avec le Trias
b : Shemshak transgressif sur les formation antérieures).



Régions où le Lias présente une constitution différente de celle de la Formation de Shemshak (c : dépôts plus franchement marins, d : dépôts plus franchement lagunaires).

Dans la majeure partie de l'Iran central, la formation de Shemshak surmonte en continuité de sédimentation au moins apparente le Trias supérieur (Rhétien). C'est ce que nous avons reconnu dans la région de Soh et c'est également ce qui a été observé par différents géologues dans les régions de Tafresh [108], de Kerman [73 et 113], de Mache-Kul, à 50 km au SE de Tabas [163] et de Ferdows⁽¹⁾. On peut admettre que la mer n'a pas abandonné ce vaste secteur à la limite du Trias et du Lias et que le passage d'un système à l'autre ne s'est traduit que par une diminution notable de profondeur du bassin de sédimentation, la mer déjà peu profonde du Trias terminal se transformant en mer encore moins profonde dans laquelle des influences continentales plus ou moins marquées se faisaient sentir. Cette diminution de profondeur de la mer liasique peut être mise sur le compte des mouvements qui déterminèrent l'émersion momentanée des territoires s'étendant au Nord de ce premier secteur.

Dans le Nord de l'Iran central, dans l'Alborz et sur toute la bordure septentrionale du territoire iranien, la formation de Shemshak repose en transgression et en discordance plus ou moins marquée sur les formations antérieures.

Dans la chaîne de l'Alborz, où a été pris le type de la formation [20], celle-ci repose en discordance nette soit sur le Trias moyen (formation d'Elikah), soit sur le Permien supérieur (formation de Ruteh), soit sur le Permien inférieur (formation de Dorud), soit même sur le Carbonifère inférieur (partie supérieure de la formation de Geirud). Localement, comme cela a été reconnu au voisinage de Dalichaï dans l'Est de l'Alborz central, des coulées de laves soulignent la discordance de la formation de Shemshak et traduisent l'activité volcanique qui accompagna les mouvements anté-liasiques.

(1) Explanatory text of the Ferdows quadrangle Map 1970.

Dans le NE de l'Iran central (Sorond, à 35 km à l'ESE de Tabas et région de Shirgesht), la formation de Shemshak repose en discordance, par l'intermédiaire d'un conglomérat de base, sur les dépôts antérieurs.

Au Sud de Kerman, où il présente il est vrai un faciès franchement marin qui diffère de celui de la formation de Shemshak, le Lias surmonte directement un complexe de roches métamorphiques [158] .

Au SW d'une ligne passant approximativement par Kerman, Isfahan et Hamadan (fig. 30), ligne qui suit à peu près le tracé de la "Chaîne intérieure occidentale" d'A. Rutner et J. Stocklin (1967), le Lias n'est plus représenté par les dépôts de type pélagique de la formation de Shemshak.

Dans l'ensemble des chaînes du Zagros au sens large [114] il correspond, pour sa partie inférieure, à environ 300 m de dolomies, schistes et calcaires argileux qui constituent la "formation de Neyriz". Au-dessus de cette première unité lithologique, commune à l'ensemble du SW iranien, les faciès se différencient.

Dans le Fars, le Zagros proprement dit et le Kordestan, le Lias se poursuit par la partie inférieure de la formation franchement marine, de faciès carbonaté, de Surmeh, qui est constituée de bas en haut par :

- 90 m de calcaires dolomitiques à Lamellibranches (Lithiotis et Megalodon),
- 75 m de calcaires dolomitiques et marneux à Echinides, Lamellibranches et Ammonites,
- 500 m de dolomies et de calcaires dolomitiques massifs.

Dans le Khuzestan et au voisinage de la frontière iranienne, le Lias est représenté, au-dessus de la formation de Neyriz, par des sédiments de type principalement évaporitique où l'on a distingué, de bas en haut :

- 60 m d'anhydrite avec minces intercalations de dolomies et de schistes (formation d'Adaiyah),
- 55 m de calcaires (= formation de Mus),
- 90 m d'anhydrite (= formation d'Alan).

La répartition des faciès du Lias d'Iran conduit à la reconstitution paléogéographique d'ensemble suivante : au N et au NE une plate-forme, prolongeant la grande plate-forme russe, sur laquelle se déposèrent, en continuité de sédimentation avec le Trias supérieur pour sa marge externe, en transgression et discordance sur le Trias moyen ou sur différents termes du Paléozoïque pour sa marge interne, les sédiments de type paralique de la formation de Shemshak. Au S et au SW un sillon franchement marin, quoique vraisemblablement peu profond, où les influences continentales ne se faisaient plus sentir, qui occupait les territoires correspondant à l'ensemble du Zagros sensu lato. A partir du Lias moyen et durant le Lias supérieur, la bordure occidentale de ce sillon évolua en lagune et fut le siège d'une sédimentation évaporitique.

Conditions et milieu de dépôt

Bien que le dépôt des sédiments constitutifs de la formation de Shemshak ait succédé sans interruption (du moins reconnaissable) à celui des calcaires à Heterastridium du Rhétien, c'est-à-dire bien que la mer ne se soit très vraisemblablement pas retirée à la limite du Trias et du Lias, le passage du Trias au Lias correspond, dans la région de Soh comme dans la majeure partie de l'Iran central, à une diminution de profondeur de la mer et à une augmentation du caractère terrigène de la sédimentation. Cette double évolution, qui confère à la formation de Shemshak son caractère "paralique", se traduit :

- en ce qui concerne la diminution de profondeur, par la présence de calcaires à Oncholites dans l'unité de Kaleh-Rud (ces structures algaires

prenant naissance juste en dessous de la zone de balancement des marées) et par celle de couches de charbon dans les unités de Tar et de Geloshaleh ;

- en ce qui concerne l'accentuation du caractère terrigène, par l'augmentation du pourcentage des grès et par le développement des conglomérats à dragées.

Comme il est de règle dans toute sédimentation de type parali-que, la faible profondeur du bassin de sédimentation s'accompagna d'une active subsidence de son fond, l'ensemble de la formation de Shemshak atteignant une épaisseur de plus de 1 000 m.

C h a p i t r e X

JURASSIQUE MOYEN ET SUPERIEUR

Si le Jurassique moyen et le Jurassique supérieur sont bien représentés dans l'Alborz, la majeure partie de l'Iran central, la chaîne du Kopet Dag et les chaînes du Zagros, ils sont totalement inconnus dans la région de Soh et dans les régions avoisinantes de l'Ouest de l'Iran central (voir carte, fig. 31 A) où le Crétacé inférieur repose en transgression et discordance plus ou moins marquée sur la formation liasique de Shemshak.

Dans la chaîne de l'Alborz [20] , le Dogger et le Malm, tous deux bien développés, font suite à la formation de Shemshak sur des épaisseurs de 300 à 650 m. Le premier correspond aux calcaires marneux et aux marnes à Ammonites de la "formation de Dalichaï", le second aux



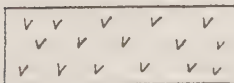
Fig. 31A - Carte schématique de répartition des principaux faciès du Jurassique supérieur d'Iran.



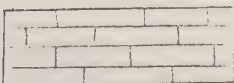
Région émergée probable.



Dépôts lithoraux et de faible profondeur, avec influences continentales locales.



Dépôts lagunaires.



Dépôts franchement marins.

calcaires à silex et à Ammonites de la "formation de Lar". Ils peuvent également être représentés par les calcaires et dolomies de la "formation d'Abnak". Par conséquent, depuis la fin du Lias jusqu'aux premiers mouvements de la phase "návadienne", la région de l'Alborz n'a pas cessé d'appartenir au domaine maritime et on peut estimer que la mer qui la recouvrait devait être relativement profonde.

Dans l'Est de l'Iran central, dans les régions de Kerman [73, 74 et 113], de Shotori [163] et de Shirgesht [143], le Dogger est représenté principalement, dans sa partie inférieure par des calcaires gréseux et dans sa partie supérieure par les grès et schistes calcareux de la "formation de Baghamshah". Localement, on observe des assises à charbons ("formation d'Hodjedk" de la région de Kerman) ou des calcaires récifaux ("formation d'Esfandiar"). Sur le versant oriental de la chaîne de Shotori [163], ainsi que sur son versant occidental au Nord de Tabas [143], la formation de Badamu repose en nette discordance sur les différentes formations plus anciennes.

Le Jurassique supérieur, moins largement représenté que le Dogger, correspond soit aux dépôts de faciès continental ou littoral de la "formation de Garedu", comme dans la région de Shirgesht, soit à des dépôts de faciès laguno-continental, comme dans la région de Ravar-Darband et au SW de Tabas.

Dans les montagnes du Zagros sensu lato [114], le Jurassique moyen et supérieur se présente sous deux faciès très différents.

Dans la majeure partie de ce secteur (Fars, Zagros proprement dit et Kordestan, comme durant le Lias) il correspond aux calcaires et dolomies franchement marins de la partie supérieure de la "formation de Surmeh"; dans la zone plus occidentale du Khuzestan et de la frontière iranienne il est représenté par une série franchement évaporitique d'anhy-

Post - Jurassique			Crétacé	Calcaire à Orbitolines du Bédulien		
J u r a s s i q u e	M a l m		Calcaires et dolomies de la Formation d'Abnak	Calcaires à silex et ammonites de la Formation de Lar		
	D o g g e r	Callovien		Calcaires marneux et marnes à ammonites de la Formation de Dalichai		
		Bathonien				
	Bajocien		F o r m a t i o n d e S h e m s h a k	Conglomérats de Geloshaleh		
	L i a s	Aalénien			T <u>L. Murchisonae</u>	
		Toarcien			grès supérieurs	Schistes avec intercalations de calcaires et de grès de Tar
					Domérien	Série charbonneuse inférieure
		Pliensbachien			T <u>A. margaritatus</u> grès inférieurs	Schistes et grès de Kaleh - Rud
		Sinemurien			Trias moyen à Carbonifère	Schistes et calcaires à <u>Heterastridium</u> du Norien sup. - Rhétien
	Hettangien					
	anté - Jurassique				Schistes et calcaires à <u>Heterastridium</u> du Norien sup. - Rhétien	
Horizons stratigraphiques			Alborz central [21]			
			Région de Soh			

Fig. 31B - Tableau schématique de corrélation entre les formations jurassiques de l'Alborz central et de la région de Soh. (sans échelle)

drite, de gypse et de sel gemme, connue sous le nom de "formation de Gotnia", que les recherches pétrolières ont mis en évidence jusqu'en Arabie Séoudite. Enfin, dans le Zagros oriental (région d'Esfandagheh), le Jurassique supérieur correspond à une série de calcaires à radiolaires et de schistes [158] .

Lorsque l'on reporte, comme nous l'avons fait sur la carte de la figure 31 B, les différents faciès sous lesquels le Jurassique supérieur est représenté en Iran, on constate qu'une mer relativement profonde, dans laquelle ne parvenaient pas d'apports continentaux, occupait la majeure partie du Zagros sensu lato ainsi que l'ensemble de l'Alborz et du Kopet Dag. Cette mer, en forme de V ouvert vers le SE, délimitait entre ses deux branches un bassin peu profond, correspondant au centre et à l'Est de l'Iran central, dans lequel s'accumulaient des sédiments soit semi-continentaux (couches à charbons), soit récifaux, soit fortement détritiques et terrigènes, soit encore lagunaires, tous faciès témoignant d'influences continentales proches et d'une hauteur de tranche d'eau très faible. Il ne paraît donc pas étonnant que la partie de ce bassin correspondant à la région de Soh et à une fraction de l'Iran central ait émergé, soit durant la totalité du Dogger et du Malm, soit plus probablement durant le seul Jurassique supérieur, les dépôts peu épais formés pendant le Jurassique moyen ayant été enlevés au cours de cette période d'émersion. Cette émersion, qui aurait prélué aux mouvements "névadiens" de la fin du Jurassique et du début du Crétacé, expliquerait, pour notre région d'étude et les régions avoisinantes, non seulement l'absence de tout affleurement de Malm, mais aussi celle de galets calcaires de cet âge dans les conglomérats par lesquels débute la transgression du Crétacé inférieur (Bédoulien = Aptien inférieur) au-dessus des assises plus ou moins déformées de la formation de Shemshak.

C h a p i t r e X I

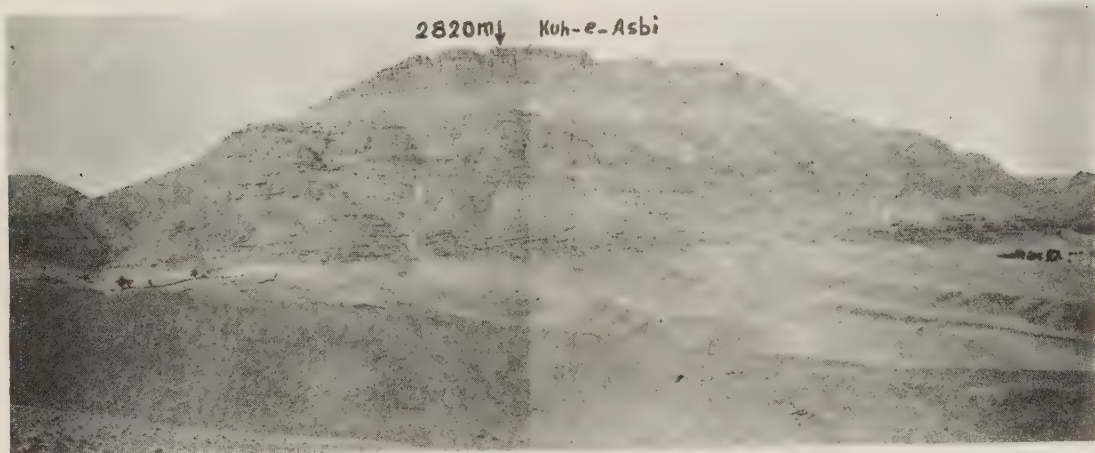
CRETACE INFERIEUR

Le Néocomien n'étant pas représenté ici, seuls sont observables l'Aptien et l'Albien qui constituent soit un paysage monoclinal de petites collines allongées du NW vers le SE (secteur sud), soit des synclinaux évasés découpés en relief plus ou moins escarpés (Kuh-e-Humand⁽¹⁾ à l'Est de Soh, dépassant 3 000 m ; Kuh-e-Asbi (pl. XV, Ph. 32), au SE de Soh, dont un sommet atteint l'altitude de 2 820 m.

L'Albo-Aptien se compose de quatre formations lithologiques principales. De bas en haut :

I - 50 m : grès et conglomérats rouges reposant en discordance sur des terrains d'âges variés : Lias de la formation de Shemshak le plus souvent (Pl. XV, Ph. 34), formation triasique de Nayband (E de Qaleh-Rud).

(1) Long. 51° 33' 00" E ; Lat. 33° 25' 20" N.



Ph. 32 - Opposition horizontale des assises calcaires et marneuses du Cretacé à Kuh - é - Asbi.



Ph. 33 - Synclinal de Serakeh; 1 - Marno - calcaire du Gargasien inferieur (Aptien superieur);
2 - Sichistes - calcaireux du Gargasien superieur (Aptien superieur);
3 - Marno - calcaire de l'Albien; 4 - Conglomerat et marne de l'Eocene.



Ph.34 - Discordance de Cretacé sur Lias au NE de Soh
1 - Banc de grès liasique incliné à 50° vers l'observateur;
2 - (hor. I) Grès conglomeratique basal (Aptien);
3 - (hor. II) Calcaire de l'Aptien. Les horizons I et II sont horizontaux.

- II - 350 m : calcaires et marnes à Orbitolines⁽¹⁾, Ammonites⁽²⁾, Lamel-
libranthes, Echinides (formation de Humand d'âge Bédoulien).
- III- 490 m : schistes calcareux (formation de Serakeh) comprenant 110 m
de calcaires et marnes à Orbitolines à la base, suivis de 380 m de
schistes calcareux à faune et microfaune gargasiennes.
- IV - 60 m : marno-calcaires à Ammonites de l'Albien.

Des couches tertiaires peuvent reposer sur ces différents
niveaux : soit un conglomérat (Yprésien-Lutétien) ou d'autres horizons
éocènes, soit des assises oligo-miocènes de la formation de Qom.

Dans le détail la succession est la suivante :

Horizon I

- 1 - 35 m de conglomérat et de grès en alternance avec des stratifica-
tions entrecroisées et des "ripple marks". Les conglomérats sont
formés d'éléments de quartz et de silex, pouvant atteindre une taille
de 1 à 3 cm, réunis par un ciment argilo-gréseux rougeâtre. Les
grès sont composés de grains de quartz et d'un ciment calcaréo-
argileux rougeâtre ;
- 2 - 5 m de conglomérat à galets quartzitiques d'une taille de 3 à 5 cm
et à éléments plus petits (1 à 3 cm) de quartz et de silex.
- 3 - 10 m de grès à ciment argileux rougeâtre avec minces lits (4 à 6 cm)
de schistes gréseux verdâtres.

Cette séquence, affleurant à l'Est de Soh, s'épaissit jusqu'à
165 m au Sud de la région (Senjeden ; fig. 32), où les niveaux 1, 2 et
3, tout en gardant pratiquement le même faciès, atteignent respectivement
75, 60 et 30 m d'épaisseur.

Dans le secteur NE, l'horizon I est un conglomérat polygénique

(1) Détermination de G. Foury

(2) Détermination de M. Breistroffer.

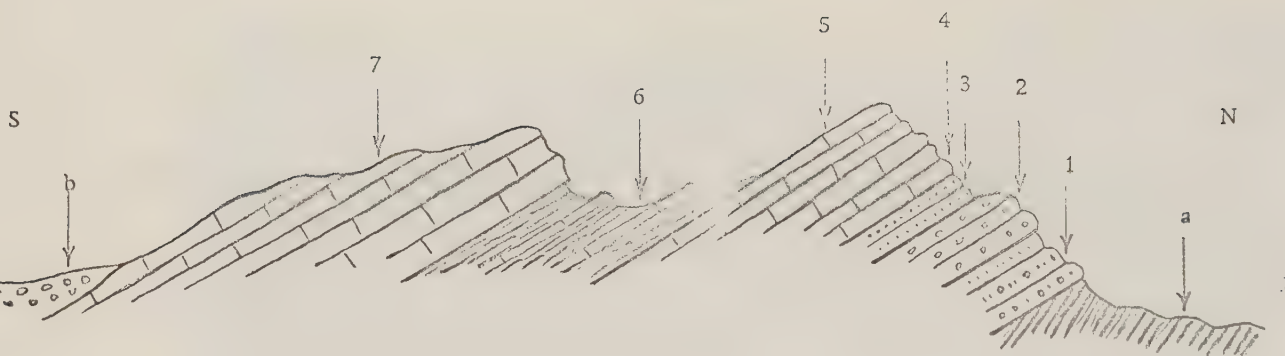


Fig. 32 - Coupe de Senjedeh(Bedoulien)située à environ 25Km au Sud de Soh

(a : Schistes et grès du Lias; b : Alluvions)

- 1 - Conglomerat et grès rougeâtres (75 m)
- 2 - Conglomerat à galets de grès quartzitique ou de silex (60 m)
- 3 - Grès à ciment argileux rougeâtre (30 m)
- 4 - Calcaire lumachellique à Urgonia n. sp. et Lituolidea. (2 m)
- 5 - Calcaire gris , marneux, avec intercalations de marnes dans sa partie supérieure (150 m)
ce niveau renferme Urgonia n. sp. 2, Praeorbitolina cf. Wienandsi SCHRODER, Praeorbitolina,
Ornitolina (formes B), Valserina sp. , Rotalidae n. gen. , Algues (Caulerpales, Rhodophyceae)
- 6 - Marnes grises ou blanchâtres avec intercalations de calcaires à Orbitilines (100 m). Cet
horizon a livré des Ammonites (Deshayesites sp. , Cheloniceras sp.); des Echinides
(Pyrina sp. , Toxaster sp.); des Lamellibranches (Ostrea sp. , Chlamys sp. , Opis sp. ,
Exogyra sp. , Neitheia cf. quinque costata (SOWERBY)); des Brachiopodes (Terebratula sp.);
des Vers (Glomerula sp.) et des Coraux (Trochocyathus sp. , Platycyathus sp.).
- 7 - Calcaire clair à patine rougeâtre renfermant Orbitolina; Valserina n. sp. 1; Urgonia sp. ;
Dictyoconus aff. arabicus HENSON; Algues Caulerpales (110 m).



Ph. 35 - Calcaire à Orbitolines intercalé dans les
marno - calcaires de l'Aptien (voir ci - dessous)



Ph. 36 - Bedoulien de Senjededh

1 - Marno - calcaire avec bancs de calcaire à Orbitolines intercalés.

2 - Barre calcaire sommitale

à éléments calcaires, dolomitiques et quartzeux passant vers le haut à un calcaire conglomératique riche en galets de quartz.

Horizon II - Calcaires et marnes de Humand (fig. 33 et 34)

- 4 - 10 m de dolomie ou de calcaire dolomitique jaunâtre assez gréseux ;
- 5 - 90 m de calcaire gris clair à Orbitolines, avec des intercalations marneuses dans sa partie inférieure. Sa partie supérieure, plus ou moins massive, renferme des Rudistes ;
- 6 - 50 m de marnes blanches, légèrement gréseuses, avec des passées de calcaire à Orbitolines (Praeorbitolina sp., Praeorbitolina Wienand Schroeder) du Bédoulien ;
- 7 - 130 m de calcaires gris légèrement marneux à Praeorbitolina sp., Rudistes et débris de Lamellibranches ;
- 8 - 10 m de marnes blanchâtres ;
- 9 - 60 m de calcaire gris à Urgonina et Algues Rhodophyceae.

Horizon III - Schistes calcareux de Serakeh (fig. 33, 34 ; Pl. XV, Ph. 33)

- 10 - 20 m de marnes jaunes ou blanchâtres avec des intercalations de calcaires marneux d'Orbitolina (Mesorbitolina) forme B, Orbitolina (Mesorbitolina) lotzei Schroeder du Gargasien ;
- 11 - 90 m de calcaire marneux gris, légèrement sableux parfois oolithique. Ce niveau renferme des intercalations de marnes blanchâtres à Orbitolina (Mesorbitolina) lotzei Schroeder du Gargasien ;
- 12 - 380 m de schistes gris ou bleuâtres à Ammonites Gargasiennes avec des passées de calcaire argileux à Orbitolines, Echinides, Lamellibranches. On note également des intercalations de schistes argilo-calcaires à silex sphériques, d'une taille de 5 à 10 cm avec souvent une Ammonite en guise de noyau.

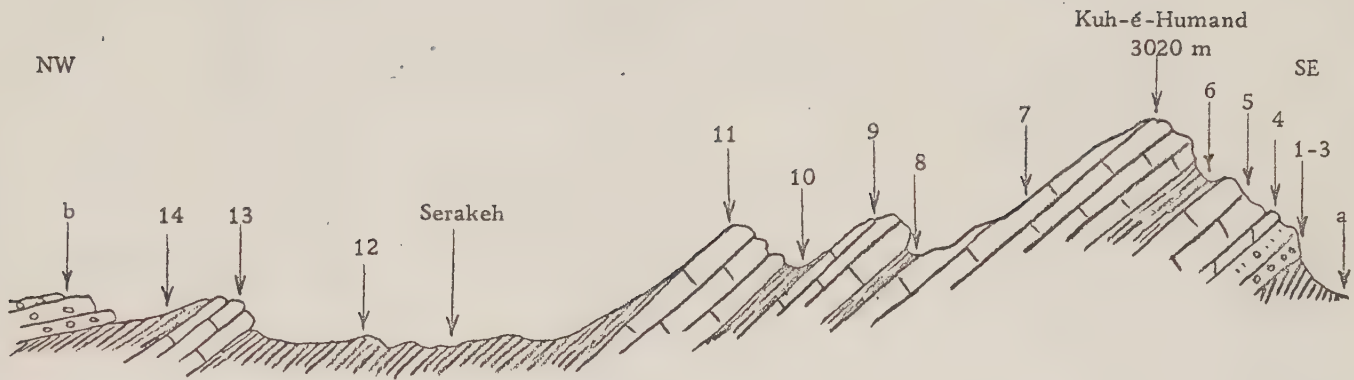


Fig. 33 - Coupe schématique des assises du Crétacé inférieur constituant le synclinal de Serakeh, à l'Est de Soh. (a: Schistes et grès gris ou noirâtres du Lias; b: Conglomerat rouge de l'Eocène basal).

1 à 3 - Grès et conglomerat riuge de base.

4 à 9 - Marno-calcaire de Humand (Aptien inferieur : Bedoulien).

10 à 12 - Schistes calcaireux ce Serakeh (Aptien superieur : Gargasien).

13 et 14 - Marno - calcaire de l'Albien.

Ammonites recueillies⁽¹⁾ :

Acanthohoplites

Parahoplites sp.

Colombiceras Tobler (Jacob)

Foraminifères⁽²⁾ :

Orbitolina (Mesorbitolina) cf. Lotzei Schroeder

Orbitolina (Mesorbitolina) formes B

Orbitolina (Mesorbitolina) texana Parva (Douglas)

Valserina n. sp. 2

Orbitolina sp.

Dictyoconus n. sp. 2

Algues⁽²⁾ :

Cyanophyceae

Rhodophyceae

Caulerpales

Divers⁽²⁾ :

Alectryonia sp.

Trigonia sp.

Douvillaster aff. Convexus (Gauthier)

Pince de Crustacé

Eponge

Gastéropodes

Ajoutons que J. de Morgan [128] et A.F. Stahl [153] avaient précédemment signalé :

Parahoplites Melchioris Anthoula

Terebratella Astieri d'Orb.

Rhynchonella sulcata d'Orb.

L'ensemble des fossiles de ce niveau 12 indique le Gargasien supérieur.

(1) Détermination de M. Breistroffer.

(2) Détermination de G. Foury.

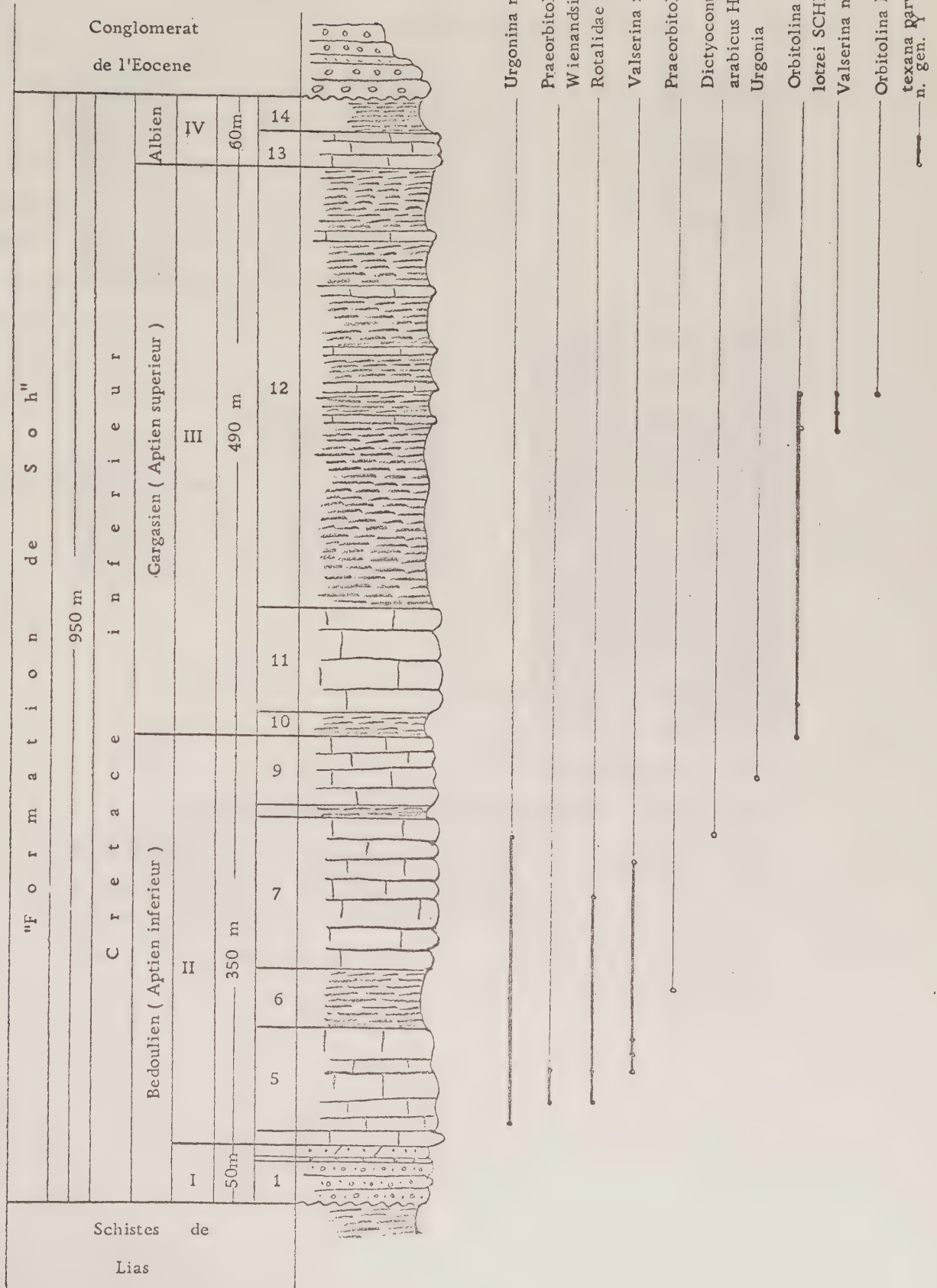


Fig. 34 - Le Cretace inferieur de la coupe de Soh - Répartition de quelques Foraminifères

Echelle 1 : 5000

Horizon IV - Marno-calcaire de l'Albien

13 - 30 m de calcaire gris clair, parfois oolithique, avec des intercalations minces (5 à 10 cm) de marnes blanches ou verdâtres. Le calcaire renferme des articles de Crinoïdes, des radioles d'Oursins, des Bélemnites et des débris de Lamellibranches. Il a livré également Orbitolina sp. et des nouveaux genres Y. Cet ensemble devient gréseux et s'enrichit en glauconie dans sa partie supérieure. Dans l'attente d'une étude détaillée des Orbitolines, on a convenu de faire débiter l'Albien à ce niveau car c'est à 100 m au-dessous que les faunes du Gargasien supérieure citées dans l'unité sous-jacente ont été récoltées.

14 - 30 m de schistes marneux gris avec des intercalations de calcaires argileux à Ammonites de l'Albien inférieur-moyen.

Lyelliceras gr. Lyelli (Leym.) = Lyellicératien,

Lyelliceras Lyelli (d'Orb.),

Hoplites cf. Baylei Spath = Lyellicératien,

Protanisoceras aff. Cantianum Spath = Lyellicératien,

Lyelliceras gr. Gevreyi,

Douvilleiceras monile (Sow) = Lyellicératien,

Raulinicer Versicostatum (Michel.) = Lyellicératien,

Beudanticeras sp. ligatum Spath = B.newtoni Casey, mamillatum-z = Desmoceras beudanti ; var. ligatus Newt. et Juk. Br.,

Beudanticeras gr. Laevigatum (Sow.) = Lyellicératien

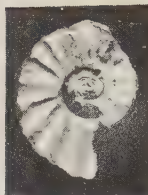
Raulinicer sp. nov

Raulinicer Versicostatum (Leym.)

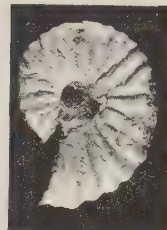
Planche XVII



Ph.37



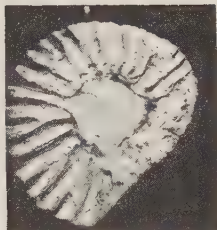
Ph.38



Ph.39



Ph.40



Ph.41



Ph.42

Ammonites de l' Aptien et de l' Albien de la région de SOH.

Ph.37 - Protanisoceras aff. cantianum Spath. Albien inférieur moyen Lyelliceratien.

Ph.38 et 39 - Raulinicer sp. nov. Albien inférieur moyen.

Ph.40 et 41 - Parahoplites sp. Gargasien supérieur.

Ph.42 - Acanthohoplites sp. Gargasien supérieur.

CRETACE SUPERIEUR

Contrairement à ses voisines, la région de Soh est dépourvue de Crétacé supérieur. Cette absence résulte soit d'une lacune sédimentaire (Cénomanién-Turonien), soit d'une érosion au cours de l'Eocène inférieur (Fig. 35).

Comparaisons

I - Ouest de l'Iran central

La coupe la plus complète du Crétacé se situe soit au Shah-Kuh [178] à 30 km au Sud d'Isfahan (150 km au Sud de Soh), soit dans la région de Tafresh [108] à environ 200 km au NW de Soh.

La série de Shah-Kuh débute par des grès conglomératiques rouges (50 m) et se poursuit par plusieurs centaines de mètres de calcaires intercalés de marnes, d'âge (Barémien ?)-Aptien, riches en Orbitolines et Ammonites⁽¹⁾ (Tonokamites sp. ;
Cheloniceras sp.).

L'Albien est schisteux à Ammonites :

Beudanticeras sp. cf. du inianum (d'Orb.)
mammilatum-z.

et le Cénomanién glauconieux, également à Ammonites :

Cymatoceras,

Stomohamites,

Hypoturritites sp. gr. tuberculatus (Bosc) Varians-z,

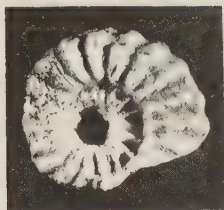
Schloenbachia sp. varians (J.Sow.), Varians-z,

Puzosia sp. sharpei Spath,

Schloenbachia sp. subvarians Spath, Varians-z,

(1) Ces Ammonites ainsi que celles de l'Albie et du Cénomanién ont été déterminées par M. Breistroffer.

Planche XVIII



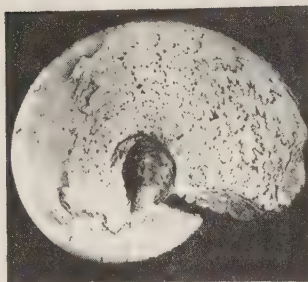
Ph.43



Ph.44



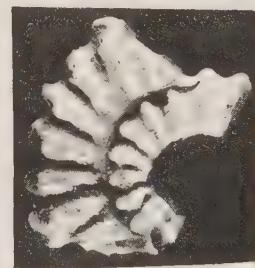
Ph.45



Ph.46



Ph.47



Ph.48



Ph.49



Ph.50

Ammonites de l' Albien de la région de Soh et du Cénomanien de la région d' Isfahan.

Ph.43, 44, 47, et 48 - Lyelliceras lyelli (d' Orb.) : Albien inférieur - moyen.

Ph.45 - Douvilleiceras monile (Sow.) : Albien inférieur moyen ~ Lyelliceratiens.

Ph.46 - Beudanticeras sp. ligatum Spath B. newtoni Casey. Albien inférieur : mammillatum-z
Desmoceras beudanti Var. ligatus New. et Juk.-Br.

Ph.49 - Schloenbachia sp. varians (J. Sow.) Cénomanien inférieur varians z.

Ph.50 - Paraturrilites sp. cf. gravesianus (d' Orb.). Cénomanien inférieur : varians z.

Hypoturritilites sp. cf. gravesianus (d'Orb.) Varians-z,
Paraturritilites sp. abb. lewesiensis (Spath)
Hyphoplites sp. curvatus (Mant.), Varians-z,
Scaphites sp. equalis J. Sow.,
Mantelliceras sp. gr. hyatti Spath, Varians-z,
Calycoceras sp. gr. subgentoni Spath, Varians-z,
Mantelliceras sp. gr. mantelli (J.Sow), Varians-z,
Ostlinguceras sp.

Enfin, des calcaires à Globotruncana, des marnes et des calcaires gréseux de la partie supérieure de la série représentent le Sénonien (500 m en moyenne).

Dans le secteur de Tafresh, le Baremo-Aptien est un calcaire récifal à Orbitolines reposant en discordance sur le Lias. Le Crétacé supérieur, lui-même discordant sur cet ensemble, comprend un Turonien calcaire à Lamellibranches (60 à 150 m) et un Sénonien plutôt marneux dans l'ensemble, à Globotruncana (100 à 40 m).

II - Est de l'Iran central

Dans les secteurs de Kerman-Ravar et de Kuh-e-Darband [99] , des assises lagunaires à gypse s'intercalent dans des calcaires à Rudistes d'âge crétacé. Le faciès "coloured melange"⁽¹⁾ allant du Crétacé supérieur à l'Eocène inférieur est visible en certains secteurs (Nain, au coeur de l'Iran central ; Baluchistan et Makran au SE de l'Iran ; Sud de Sabzenar, au NE de l'Iran central).

(1) Couches épaisses de plusieurs milliers de mètres comprenant des calcaires, des grès, des filons de roches basiques, des laves et des radiolarites.

III - Alborz

L'Albo-Aptien (formation de Tiz-Kuh) [11, 20, 154] est un calcaire associé localement à des types auxquels viennent se mêler parfois des mélaphyres. Il repose directement sur le Jurassique supérieur, ce qui souligne l'existence d'une lacune par érosion ou absence de sédimentation. Le Crétacé supérieur [55, 99] (Turonien-Sénonien) comprend des grès conglomératiques et des calcaires marneux discordants sur du Mésozoïque, voire même sur du Carbonifère.

IV - Kopet Dagh [134]

Le Crétacé inférieur comprend deux faciès superposés affleurant largement :

- des calcaires néocomiens à la base, épais de 700 à 1 300 m, passant graduellement et en concordance aux calcaires du Jurassique supérieur.
- des sables argileux marins (1 300 à 1 800 m) d'âge albo-aptien.

1 000 à 1 300 m de couches marines (fig. 35, p. 166) représentent ensuite le Néocrétacé.

V - Zagros

Dans les montagnes du Zagros, notamment dans la province de Lurestan [114], les terrains allant du Néocomien au Paléocène inférieur sont représentés par un faciès marin de schistes calcaires (formation de Garau) ou de marno-calcaire (formations d'Ilam et de Gurpi) d'une épaisseur de 1 300 m.

Au Khuzestan et au Fars, on note deux lacunes de sédimentation, l'une entre l'Aptien (formation de Dariyan) et l'Albien (formation de Kazhdomi), l'autre plus importante après le Turono-Cénomarien. Cette dernière correspond à une émergence qui a duré du Cénomarien au Maestrichtien.

Conclusions paléogéographiques

L'étude du Crétacé de la région de Soh, jointe aux travaux menés dans les provinces montagneuses de l'Iran central, de l'Alborz, de Kopet-Dag et de Zagros, permettent de dresser le tableau paléogéographique suivant.

Au Néocomien existaient deux bassins marins : l'un au NE, dans la région de Kopet-Dag, l'autre au SW, dans celle de Lurestan (Zagros occidental) ; dans ces deux secteurs, des séries ininterrompues se sont déposées durant tout le Crétacé, tandis qu'entre eux (Iran central et Alborz), s'étendait une terre émergée qui ne fut recouverte par les eaux qu'au début de l'Aptien (ou, localement, dès le Barrémien).

Cette mer transgressive, de salinité normale, était relativement profonde dans la partie occidentale de l'Iran central. Les premiers dépôts qui s'y sont formés sont des couches détritiques rouges, remaniement de produits continentaux témoignant d'un climat de type tropical plus ou moins humide. Des sédiments essentiellement carbonatés se sont déposés ensuite.

Au contraire, dans la partie E de l'Iran central, on rencontre des alternances de faciès récifaux et lagunaires de type sursalé témoignant de la proximité des côtes.

Au Cénomanién, des mouvements épirogéniques positifs entraînent l'émersion d'une grande partie de l'Alborz et de l'Iran central : la mer reléguée au Sud ne dépose qu'un mince couche de sédiments (2 à 5 m) dans la région d'Isfahan.

A la limite Turonien-Sénonien, de nouveaux mouvements suscitent une vaste transgression dans l'Alborz et l'Iran central. Il y correspond une série de marno-calcaires reposant en discordance sur des terrains

mésozoïques plus anciens, voire même sur du Carbonifère. (Alborz).

Enfin, des mouvements négatifs se produisent au cours de la période allant du Sénonien supérieur à l'Eocène inférieur, déterminant en certaines régions des zones mobiles relativement profondes où se sont accumulées d'épaisses séries associées à des roches basiques et ultrabasiqes (faciès "coloured melange").

Chapitre XII

E O C E N E

L'Eocène de la région d'étude, dont la puissance varie de 700 à 2 000 m, affleure largement dans les trois secteurs suivants : entre Soh et Maravand, au Nord d'Abyaneh et au Sud de Koh-Rud dans le coin NW du territoire que j'ai cartographié. Il comporte à la fois, comme dans la majeure partie de l'Iran central et de l'Alborz, des assises d'origine sédimentaire et des assises d'origine volcanique, qui peuvent être subdivisées ici en sept horizons principaux allant de l'Yprésien probable au Priabonien le plus élevé. Ces horizons présentent les caractères généraux suivants :

- I - 120 à 700 m de conglomérats, calcaires conglomératiques, calcaires gréseux, marnes gréseuses rouges et marnes blanches, qui surmontent en transgression et nette discordance les formations plus anciennes, depuis l'Albien jusqu'au Lias.
- II- 300 à 400 m de marnes gypsifères verdâtres ou blanches, avec intercalations de calcaires variés et de tufs d'origine volcanique.

- III- 20 à 50 m de conglomérats rougeâtres et de tufs verdâtres.
- IV - 60 à 300 m de calcaires, de marnes et de tufs.
- V - 60 m de calcaires, marnes, tufs et coulées volcaniques.
- VI - 20 à 300 m de tufs volcaniques, couronnés par un horizon calcaire, pouvant surmonter soit l'horizon précédent, soit l'horizon IV, soit même l'Aptien.
- VII- 100 à 200 m de roches volcaniques et calcaires alternant, débutant par un niveau de conglomérat.

Les sept horizons principaux qui viennent d'être définis montrent la constitution détaillée ci-dessous (fig. 36) :

Horizon I - Nord de Soh (175 m) (fig. 36 A)

- 1 - Cet horizon débute par 35 m de conglomérats gris clair et rougeâtres à éléments pouvant provenir des calcaires, des grès ou des conglomérats de l'Aptien ou bien des grès et des conglomérats à dragées du Lias. Ces éléments, dont la taille moyenne se tient entre 2 cm et 15 cm, sont liés entre eux par un ciment calcaréo-argileux rougeâtre ; certains éléments de calcaires aptiens peuvent atteindre une taille de 20 à 30 cm ;
- 2 - 100 m de marnes rouges admettant des intercalations de conglomérats et de grès ;
- 3 - 20 m de conglomérats et de grès argileux. Les éléments des conglomérats, dont la taille varie de 5 à 10 cm, sont liés par un ciment argilo-sableux rougeâtre ;
- 4 - 20 m de marnes blanches avec intercalations de calcaires gréseux à Nummulites, Assilines⁽¹⁾ et serpules : Nummulites globulus Leym., cf. pomeli Ficheur, Assilina granulosa d'Arch.

Cette petite faune récoltée à la partie supérieure de l'horizon I peut être rapportée à l'extrême bas du Lutétien inférieur ou au passage

(1) Les Nummulites et Assilines citées dans ce chapitre ont été déterminées par M. J. Flandrin.

Ph. 51 - (N. de Soh)

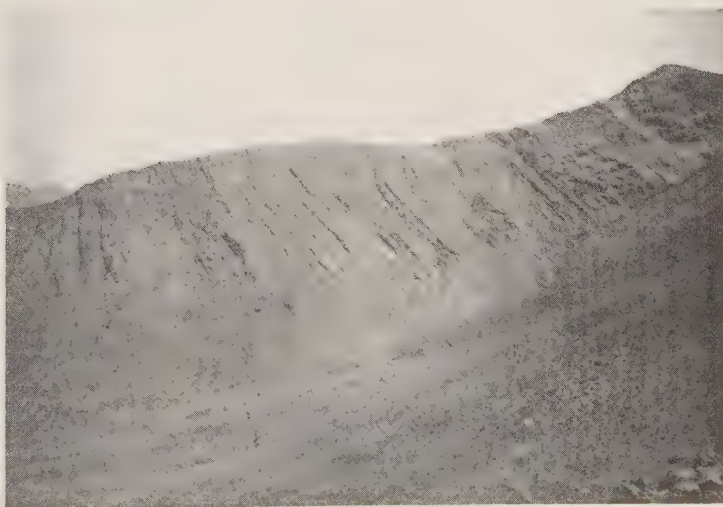
- 1 - Conglomérat rouge de base.
- 2 - Marnes blanchâtres.
- 3 - Calcaires à Nummulites.
- 4 - Conglomérats, tufs et roches volcaniques.



Ph. 52 - (N de l'Abyaneh)
Conglomérat de l'Eocène
(No. 2), transgressifs sur
les schistes liasiques de la
Formation de Shemshak(No.1).

Ph. 53 - (SE de la vallée de Koh-Rud)

Alternance de calcaires à
Nummulites de teinte sombre
et de roches andesitiques à
alteration blanchâtre.



D : SW de Koh - Rud

B : NE de Sartakht-é -
Niazmargh

A : Nord de Soh

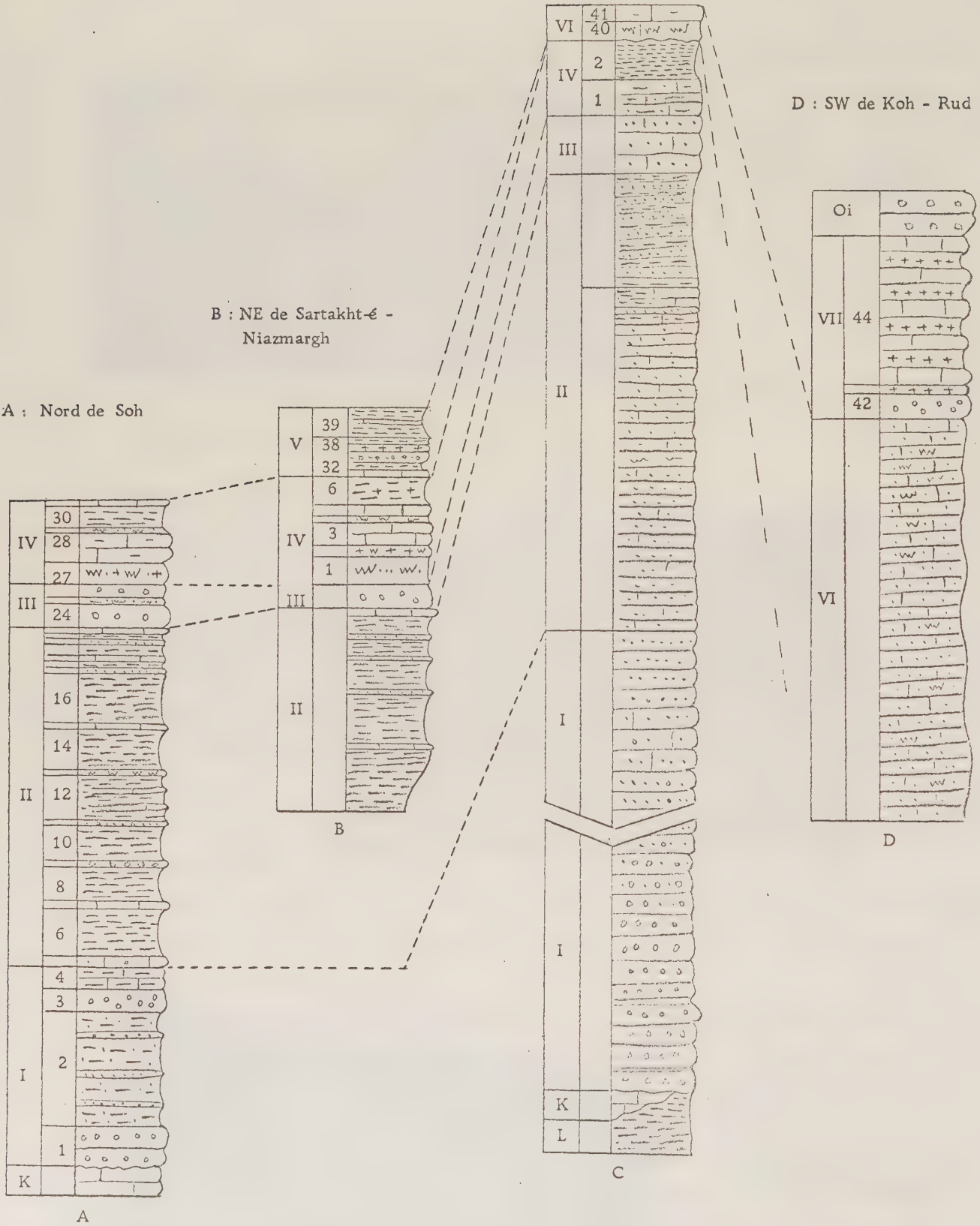


Fig. 36 - Corrélations entre les différentes coupes de l'Eocene de la région de Soh. (Echelle 1 : 5000)

Yprésien-Lutétien. Il est par conséquent possible, malgré l'absence de l'espèce-index N. planulatus, d'attribuer à l'Yprésien l'ensemble des assises 1 à 4.

Au Nord de la région d'étude, notamment au Nord d'Abyaneh où il constitue un sommet de plus de 3 000 m, cet horizon atteint 700 m d'épaisseur ; dans cette même région les conglomérats et marnes rougeâtres de sa partie inférieure sont recoupés par de nombreux filons de roches volcaniques d'âge pliocène.

Horizon II - Nord de Soh (300 m) (fig. 36 A)

- 5 - 10 m de calcaire gréseux conglomératique faisant suite normalement à l'assise précédente ;
- 6 - 42 m de marnes blanches ou verdâtres légèrement sableuses ;
- 7 - 4 m de calcaire lumachellique ;
- 8 - 35 m de marnes verdâtres ou blanchâtres, gypsifères. Le gypse, qui se présente comme des intercalations minces de 2 à 4 cm d'épaisseur dans les marnes témoigne de conditions lagunaires de dépôt ;
- 9 - 4 m de conglomérats à éléments d'origine volcanique ;
- 10 - 30 m de marnes verdâtres avec passées de schistes calcareux violacés ;
- 11 - 4 m de grès et conglomérats ;
- 12 - 40 m de marnes verdâtres ou blanches, avec passées de calcaires marneux à Pectens et autres Lamellibranches ;
- 13 - 5 m de tufs verdâtres ;
- 14 - 37 m de marnes verdâtres ou blanches, gypsifères. Il s'agit, comme dans le niveau 8, de gypse qui témoigne de conditions lagunaires de dépôt ;
- 15 - 4 m de calcaire jaunâtre à huîtres et autres Lamellibranches, à Echinides et débris de crustacés ;

- 16 - 46 m de marnes blanches gypsifères (voir remarques niveaux 8 et 14) ;
- 17 - 4 m de grès grossiers à grains de 0,5 à 2 mm de diamètre ;
- 18 - 7 m de marnes gypsifères de teinte claire (idem niveaux 8, 14 et 16 ;
- 19 - 3 m de calcaires marneux jaunâtres ;
- 20 - 10 m de marnes sableuses verdâtres ;
- 21 - 5 m de grès à ciment calcaréo-argileux ;
- 22 - 7 m de marnes blanches légèrement sableuses ;
- 23 - 3 m de calcaire à Nummulites indéterminables.

En l'absence de fossiles caractéristiques, l'âge de cet horizon II ne peut pas être indiqué avec certitude. On peut toutefois admettre avec une grande vraisemblance qu'il correspond en totalité ou partie au Lutétien inférieur d'après les faunes reconnues en-dessous (niveau 4) et au-dessus (niveau 28 ci-après).

La coupe décrite ci-dessus se retrouve à peu près identique à l'Est de Sartakht-e-Niazmargh (fig. 36 B), mais plus au Nord, à l'Ouest d'Abyaneh (fig 36 C), l'horizon II est représenté par 400 m de calcaires tufacés verdâtres ou rougeâtres, de grès et de schistes argilo-gréseux dont le faciès est nettement différent.

Horizon III - Nord de Soh (40 m) (fig. 36 A)

- 24 - 20 m de conglomérats rougeâtres surmontant normalement le niveau 23.
Les éléments de ces conglomérats, dont la taille varie de 3 à 8 cm, proviennent d'assises calcaires et de roches volcaniques ;
- 25 - 5 m de tufs verdâtres, riches en grains de quartz ;
- 26 - 15 m de conglomérats rougeâtres semblables à ceux du niveau 24.

A l'Ouest d'Abyaneh, cet horizon est représenté par 50 m de calcaires rougeâtres fortement gréseux (fig. 36 C).

Horizon IV - Nord de Soh (75 m) (fig. 36 A)

27 - 20 m de tuffolave rhyo-dacitique riche en grains de quartz, à structure vitreuse et fluidale (voir Ech. 67.Z.145, chapitre volcanique) ;

28 - 25 m de calcaires marneux gris clair, devenant rougeâtres à leur partie supérieure, à Alvéolines et Nummulites :

Nummulites uroniensis A. Heim. ;

29 - 5 m de "crystal tuf" vert, riche en grains de quartz, à structure vitreuse (voir Ech. 67.Z.150, chapitre volcanique) ;

30 - 20 m de marnes vertes et rouges, avec intercalations de calcaire argilo-gréseux rougeâtre à Nummulites et Alvéolines ;

31 - 5 m de calcaires rougeâtres à Nummulites et Assilines :

Nummulites uroniensis A. Heim.,

Assilina spira de Roissy,

A. cf. praespira H. Douv.

Cette petite faune, ainsi que celle du niveau 28, peut être attribuée à la partie inférieure du Lutétien supérieur.

Au Nord de Sartakht-e-Niazmargh (fig. 36 B), l'horizon IV montre une constitution un peu différente. On y observe de bas en haut :

a - 25 m de tufs verdâtres renfermant des éléments anguleux d'andésite ;

b - 10 m de tuffo-laves dacito-andésitiques assez altérés, de teinte rouge foncé ;

c - 20 m de calcaires clairs à Nummulites uroniensis A. Heim. et

Assilina spira de Roissy. Ce niveau calcaire, qui devient rougeâtre dans sa partie supérieure, a livré en outre plusieurs exemplaires

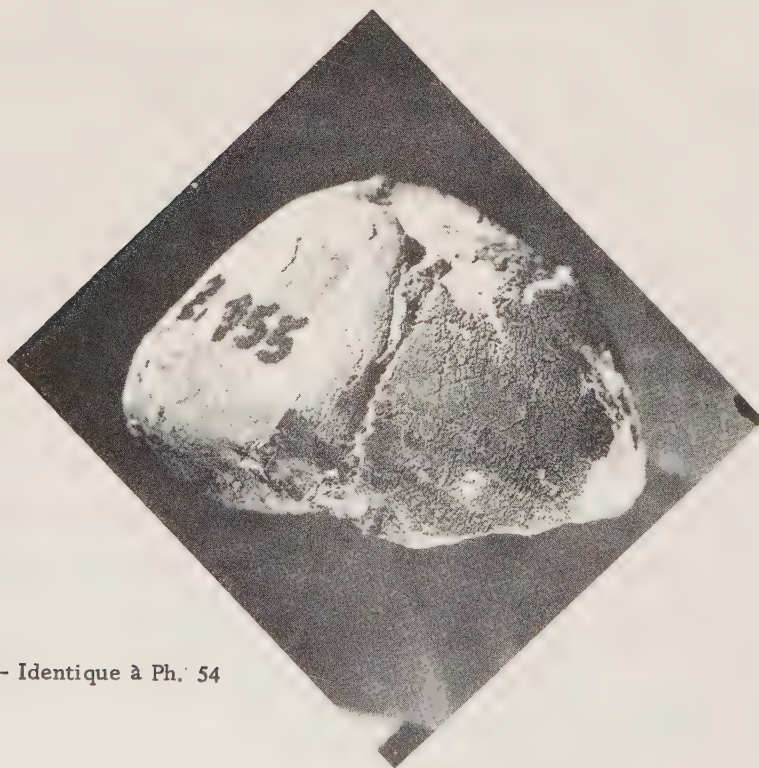
d'un Gastéropode caractéristique : Velates n. sp., voisin de V.

perversus Gmelin, qui a été rencontré dans la région de Tafresh [108]

à un niveau légèrement supérieur.



Ph. 54 et 55 : Velates n. sp. , voisin de V. Perversus.



Ph. 55 - Identique à Ph. 54

- d - 5 m de tuf gréseux verdâtre ;
- e - 10 m de calcaires rougeâtres, riches en Alvéolines et Nummulites (non étudiées) ;
- f - 25 m de marnes sableuses rougeâtres, admettant des intercalations de conglomérats, de tufs et de roches volcaniques.

Plus au Nord encore, à l'Ouest d'Abyaneh (fig. 36 C et fig. 37, partie droite de la coupe) où il participe à la constitution d'un petit synclinal faillé, l'horizon IV est représenté par deux termes lithologiquement distincts :

- a - 35 m de calcaires argilo-gréseux entrecoupés de couches de roches volcaniques et de tufs ;
- b - 30 à 270 m de schistes calcaireux se débitant en "crayons".

L'épaisseur variable de ce terme supérieur résulte du caractère transgressif de l'horizon VI qui le surmonte directement.

Horizon V - NE de Sartakht-e-Niazmargh (fig. 36 B)

Cet horizon, qui manque dans le Nord de notre région d'étude par suite de la transgression de l'horizon VI sur l'horizon IV ou même les calcaires de l'Aptien, montre dans le Sud de la région de Soh la constitution suivante :

- 32 - 5 m de calcaires renfermant des Nummulites et des Assilines :

Nummulites millecaput Boubée (certains échantillons dépassent 5 cm de diamètre),

N. rouaulti Joly et Leym. ;

Assilina sp. ;

- 33 - 4 m de marnes rougeâtres ;
- 34 - 7 m de conglomérats rougeâtres ;
- 35 - 3 m de roches volcaniques (andésites) ;
- 36 - 4 m de marnes sableuses ;

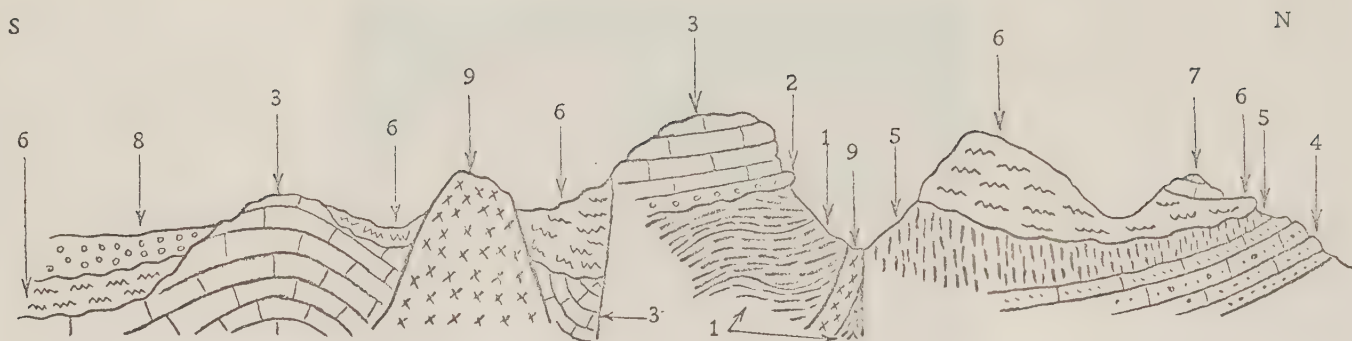


Fig. 37 - Coupe schématique de la région s'étendant au Nord de Maravand. (on remarquera la situation transgressive de l'horizon VI, au N. sur l'horizon IV, au centre et au S. sur les calcaires aptiens).

1 - Schistes sombres du Lias (formation de Shemshak).

2 - Conglomérat rouge de la base de l'Aptien.

3 - Calcaires à Orbitolines de l'Aptien.

4 à 7 : Eocène.

4 - (hor. III) Conglomérat et calcaires conglomératiques rougeâtres.

5 - (hor. IV) Schistes calcareux se débitant en "crayon" et calcaires argilo - gréseux, avec intercalations de couches volcaniques et de tufs à la base.

6 - (hor. VI) Roches volcaniques, tufs et lapilli.

7 - (hor. VI) Calcaires à Nummulites du Lutétien terminal.

8 - Conglomérats rouges de la " Formation rouge inférieure " (Oligocène inférieur).

9 - Granodiorite d'âge néogène.

- 37 - 8 m de conglomérats à éléments provenant d'assises volcaniques ;
- 38 - 4 m de tufs et de roches volcaniques ;
- 39 - 25 m de marnes verdâtres ou grisâtres, avec intercalations de calcaires à Nummulites (non étudiées).

Les Nummulites récoltées dans le niveau 32 permettent de rapporter sans hésitation l'assise qui les renferme - et sans doute l'ensemble de l'horizon V - au Lutétien supérieur franc.

Horizon VI - W d'Abyaneh (20 à 300 m) (fig. 36 C et fig. 37)

- 40 - 10 à 300 m de tuf dacitique épidotisé et de tuf cinéritique renfermant des fragments anguleux de 0,4 à 3 cm d'andésite et débutant par un banc de 5 à 10 m d'andésite. Cet ensemble d'assises tufacées est recoupé par des intrusions granodioritiques et par des filons andésitiques ou dacitiques ;

- 41 - 10 m de calcaires marneux rougeâtres à Nummulites et Discocyclines⁽¹⁾

Nummulites beaumonti d'Arch.,
Discocyclina chudeau (Schlum.),
D. roberti (H? Douv.).

Cette faune caractérise la partie terminale du Lutétien supérieur.

La situation transgressive de l'horizon VI et le fort développement des assises tufacées et andésitiques de sa partie inférieure démontrent l'existence, durant l'Eocène, de mouvements accompagnés d'émissions volcaniques traduisant l'instabilité du bassin de sédimentation.

Horizon VII - S de Koh-Rud (150 à 200 m) (fig. 36 D, 38 et 39)

Cet horizon, qui termine la série éocène, n'est représenté que dans le secteur NW de notre région d'étude. Du fait de la mise en place

(1) La détermination des Discocyclines est due à M.A. Blondeau.



Fig. 38 - Coupe schématique au SE de la vallée de Koh - Rud.

- 1 et 2 - Eocène supérieur (horizon VII).
 1 - Andésites.
 2 - Alternance de calcaires à Nummulites et d'andésite.
 3 - Oligocène inférieur : conglomérat de la " Formation rouge inférieure ".
 4 - Oligo - miocène : calcaires de la " Formation de Qom ".
 5 - Batholite de granodiorite de Koh - Rud d'âge néogène.

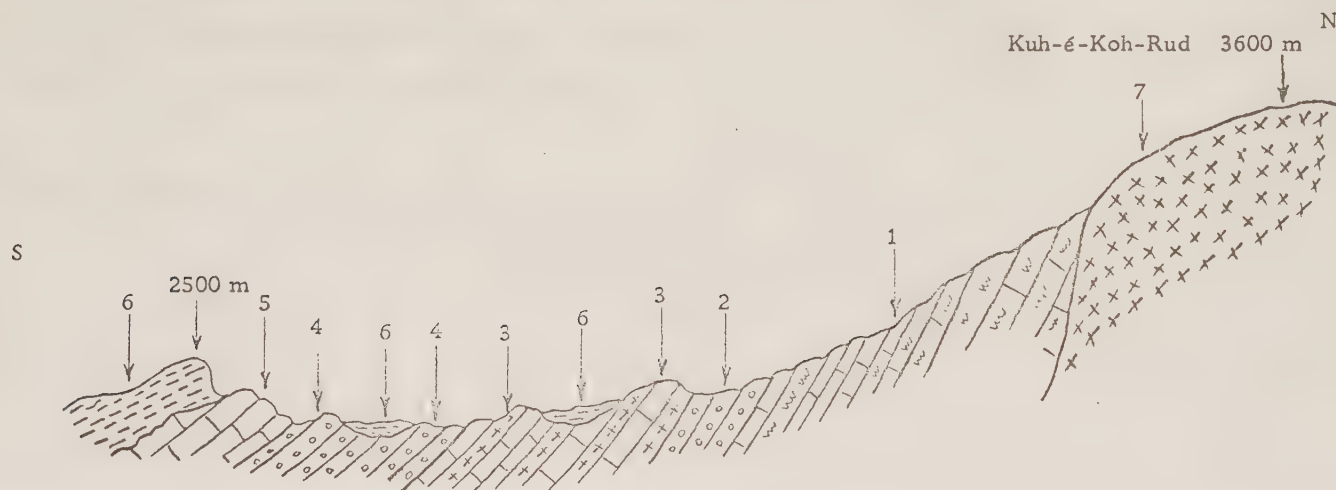


Fig. 39 - Coupe schématique au SW de la vallée de Koh - Rud.

- 1 - Calcaires tufacés et tufs verdâtres (cette assise, qui n'apparaît qu'en dehors de la région étudiée, correspond à l'horizon VI de l'Eocène).
 2 et 3 - Eocène supérieur (horizon VII).
 2 - Conglomérats rougeâtres.
 3 - Alternance de calcaires à Nummulites et d'andésites.
 4 - Oligocène inférieur : conglomérat de la " Formation rouge inférieure ".
 5 - Oligo - miocène : calcaire de la " Formation de Qom ".
 6 - Tufs dacitiques blanchâtres (Nèogène).
 7 - Batholite de granodiorite de Koh - Rud d'âge néogène.

de l'important batholite granodioritique de Koh-Rud, ses relations avec les horizons éocènes antérieurs n'ont pas pu être déterminées. Il est directement surmonté, en concordance apparente, par les dépôts d'origine continentale de la "Formation rouge inférieure" de l'Oligocène inférieur. Au SW de Koh-Rud, la coupe de cet horizon est la suivante :

- 42 - 20 m de conglomérats rougeâtres ;
- 43 - 2 à 50 m d'andésite ;
- 44 - 130 m d'alternance d'andésite et de calcaires à Nummulites. Les Nummulites sont des Nummulites fabiani Prever, formes A et B, dont les caractères sont très voisins de ceux de N. fichteli et de N. intermedius de l'Oligocène et qui conduisent par conséquent, à ranger les couches qui les renferment à la partie tout à fait supérieure du Priabonien.

Faunes

Bien que les faunes récoltées dans la région de Soh soient beaucoup moins abondantes et riches que celles signalées par J. Hadjian dans la région de Tafresh [108], les Nummulites, Assilines et Discocyclines qui ont pu être reconnues dans les niveaux 4, 28, 31, 32, 41 et 44 de la coupe précédente permettent d'affirmer que l'Eocène de la région d'étude englobe toute la série des étages allant de l'Yprésien au Priabonien tout à fait terminal. Nous rappelons quels sont ces grands Foraminifères caractéristiques :

Yprésien probable ou extrême base du Lutétien :

Nummulites globulus Leym.,
N. cf. pomeli Ficheur,
Assilina granulosa d'Arch. ;

Lutétien infra-supérieur :

Nummulites uroniensis A. Heim.,
Assilina spira de Roissy,
A. cf. praespira H. Douv.

Lutétien supérieur franc :

Nummulites millecaput Boubée,
Nummulites helveticus Kaufm.
N. rouaulti Jol. et Leym. ;

Lutétien supra-supérieur :

Nummulites beaumonti d'Arch.
N. munieri (A) Ficheur,
N. incrassatus (A) d'Arch.,
Discocyclina chudeau (Schlum.)
D. roberti (H. Douv.);

Priabonien supérieur :

Nummulites fabianii Prever (A et B), formes de passage à
N. fichteli Mich. et
N. intermedius d'Arch.

Avant nos recherches personnelles, J. de Morgan [65, 67, 68, 128 et 129] et A.F. Stahl [153] avaient donné de longues listes de fossiles éocènes provenant sinon de notre territoire même d'étude, du moins de régions voisines. Etant donné que ces listes comportent essentiellement des Lamel-libranches, que les localités d'où proviennent les fossiles cités ne sont pas précisées, que les horizons fossilifères ne sont pas situés avec précision dans une coupe générale et qu'en outre certaines déterminations devraient être reprises, il ne nous paraît pas utile de les reproduire ici. Le lecteur pourra les retrouver dans les publications de ces deux auteurs.

Limites inférieure et supérieure et histoire orogénique

Comme dans l'ensemble de l'Iran central, l'Eocène de la région de Soh est transgressif et discordant sur les formations plus anciennes et ce double caractère indique l'existence de mouvements antérieurs "laramiens". L'âge de ces mouvements ne peut pas être précisé sur notre territoire d'étude où le Crétacé supérieur n'est pas représenté, mais on peut assurer

toutefois qu'ils sont antérieurs à l'Yprésien. Les conglomérats par lesquels débute la série éocène témoignent que la transgression yprésienne s'est effectuée sur un territoire présentant des reliefs assez importants. Par ailleurs, la nature des éléments de ces conglomérats, où il est possible de reconnaître des calcaires, des grès et des conglomérats du Crétacé inférieur et du Lias, de même que l'âge varié des assises sur lesquelles repose l'Eocène, indiquent que le territoire avait été assez fortement plissé et érodé avant que ne se produise la transgression yprésienne. Une part de ces plissements et érosions peut, sans doute, être mise sur le compte de l'orogénèse anté-aptienne que nous avons signalée dans le chapitre précédent, mais il semble toutefois que l'orogénèse anté-yprésienne y ait joué le rôle principal.

Dans le secteur NE de notre région d'étude (Nord de Yarand et voisinage d'Abyaneh (photo 52, pl. XIX), le conglomérat de base de l'Eocène repose soit sur les conglomérats à dragées, soit sur les schistes noirs de la formation liasique de Shemshak. Plus au Sud, il surmonte les différents termes du Crétacé inférieur : calcaires bédouliens au Sud de Niazmagh, schistes du Gargasien à environ 3 km au Nord de Soh et marnes schisteuses de l'Albien à environ 4,5 km au Nord du même village.

Ainsi que nous l'avons indiqué dans la description de notre coupe, l'absence (par non-déposition ou érosion ?) de l'horizon V dans le secteur nord de notre région d'étude et la situation nettement transgressive, jusque sur les calcaires aptiens, de l'horizon VI riche en éléments volcaniques indiquent que des mouvements notables se sont produits, au moins localement, au cours du Lutétien supérieur.

En ce qui concerne enfin la limite supérieure de l'Eocène, nous avons vu que celle-ci correspondait au Priabonien terminal et qui a suivi d'une émergence accompagnée de déformations structurales sensibles, la

"Formation Rouge Inférieure" de l'Oligocène inférieur reposant en discordance sur les différents niveaux de l'Eocène supérieur et de l'Aptien.

Comparaisons

L'Eocène de la région de Soh présente une constitution d'ensemble très voisine de celle qui lui a été reconnue dans d'autres secteurs de l'Iran central et dans l'Alborz.

Dans la région de Tafresh, où il a été décrit récemment par J. Hadjian [108], il présente une épaisseur plus forte (2 000 à 3 850 m), liée au plus grand développement de ses assises volcaniques. Mais dans cette région comme à Soh, l'Eocène correspond à l'ensemble des étages allant de l'Yprésien au Priabonien terminal et ses relations avec les terrains antérieurs, sur lesquels il transgresse en discordance, et avec la "Formation Rouge Inférieure" de l'Oligocène inférieur, sont de même nature. Enfin, à Tafresh comme à Soh, la nature des sédiments, les émissions volcaniques et les relations des différents horizons entre eux témoignent de l'instabilité du bassin dans lequel les assises éocènes se sont déposées.

Dans l'Alborz méridional, où son épaisseur peut dépasser 5 000 m par suite de l'énorme développement des tufs, l'Eocène repose en transgression et discordance sur les différents termes du Mésozoïque ou du Paléozoïque. Il peut y être subdivisé en quatre formations [20] qui sont, de bas en haut :

- I - 600 m de conglomérats, de calcarénites rouges et de marnes rouges et vertes (Formation de Fajan) ;
- 2 - 20 à 80 m de calcaires à Nummulites, Alvéolines, Discocyclines et Astérocyclines (Formation de Ziarat) ;
- 3 - 1 700 à 2 200 m de tufs et de schistes tufacés verts, associés à des roches volcaniques de type intermédiaire ou basique, à des pélites et à du gypse (Formation de Karaj ou "couches vertes"). Les schistes sont

localement bitumineux [99] ou renferment des traces de charbon [104] ;
4 - 80 à 240 m de grès verdâtres, de conglomérats, de gypse et de calcaires
à petites Mammulites (Formation de Kand).

La superposition de l'Eocène à des assises allant jusqu'au Paléozoïque ancien d'une part, l'épaisseur très forte des conglomérats de la formation de Fajan d'autre part, indiquent que les déformations structurales et les érosions ayant précédé la transgression éocène ont dû être beaucoup plus importantes que dans l'Iran central (ou tout au moins que dans les régions de Soh et de Tafrash).

L'Eocène des régions d'Iran autres que l'Iran central et l'Alborz diffère en revanche très notablement de celui de la région de Soh.

Dans le Zagros occidental [114] (Lourestan), les marnes du Maestrichtien et du Paléocène inférieur de la "Formation de Gurpi" constituent en terme de passage entre le Crétacé et la série marneuse et calcaréo-argileuse de la "Formation de Pabdeh" qui représente, sur 800 m d'épaisseur, le Paléocène supérieur et l'ensemble de l'Eocène.

Dans le Zagros oriental (province de Fars), les 450 m de calcaires et dolomies de la "Formation de Jahrum", qui représentent l'Eocène, reposent sur le Crétacé supérieur par l'intermédiaire de la puissante "Formation de Sachun" (1 400 m) composée de gypses, de marnes et de dolomies.

Dans le Zagros central (Khuzestan), une lacune assez courte, correspondant au Maestrichtien supérieur et au Paléocène inférieur, sépare toutefois le Crétacé supérieur de l'Eocène.

Dans le SE de l'Iran (Baluchestan) [99] , l'Eocène correspond à des dépôts de type flysch, localement métamorphisés (Nord de Zahedan), qui ont livré des faunes du Paléocène et de l'Eocène. Des sédiments de même type ont été reconnus à l'Est de Naïn [51] . On doit noter que dans tout ce secteur

l'activité volcanique a été beaucoup moins forte qu'en Iran central.

En dehors et au Nord de l'Iran, les dépôts principalement marins du Paléocène et de l'Eocène sont largement représentés en Turkménie (134), dans le Kopet-Dag, en Transcaucasie et sur la plate-forme russe.

Conditions et milieu de dépôt

Durant le Paléocène et au début de l'Eocène inférieur, la mer était cantonnée d'une part sur l'emplacement du Zagros occidental (Lourestan) et d'autre part, sur la partie méridionale de l'U.R.S.S., l'Iran central et l'Alborz correspondant alors à un territoire émergé entre ces deux bassins. A partir de l'Yprésien, ou du Lutétien, suivant les régions, ce territoire fut envahi par la mer et le produit du démantèlement des reliefs préexistants donna naissance aux conglomérats plus ou moins épais par lesquels la série éocène y débute. La mer éocène demeura une mer peu profonde, chaude et vraisemblablement assez agitée ainsi que l'indique la nature des sédiments qui s'y sont accumulés et des faunes qui y vivaient. Mais le bassin que cette mer occupait fut soumis durant tout l'Eocène à une forte subsidence, que traduit l'énorme épaisseur des dépôts, et connut une grande instabilité dont témoignent à la fois l'importance du volcanisme et les discordances intra-éocènes reconnues tant dans les régions de Soh et de Tafresh qu'en d'autres secteurs de l'Iran central et dans l'Alborz.

C h a p i t r e X I I I
O L I G O C E N E I N F E R I E U R
(Formation rouge inférieure)

Les dépôts de l'Oligocène inférieur n'affleurent que dans le coin NW de la région étudiée (fig. 42, p. 194).

Ces dépôts sont formés d'un conglomérat rouge d'une puissance de 50 à 150 m ; ils se situent entre le Priabonien supérieur et le Stampien. Ils sont constitués de bas en haut de :

- 1 - 25 m de conglomérat rouge avec des éléments de calcaire, de tuf et de roches volcaniques. Les galets calcaires, souvent plus volumineux (4 à 8 cm), appartiennent soit à l'Aptien (ils sont alors généralement gris et renferment souvent des Orbitolines), soit au Lutétien (ils sont généralement rougeâtres ou blanchâtres et renferment souvent des Nummulites). Les galets de roches volcaniques et de tuf sont moins volumineux (2 à 4 cm), très altérés et souvent décomposés. Ces éléments sont reliés par un ciment argilo-sableux.

- 2 - 5 m de marnes rouges avec des passées gréseuses ;
- 3 - 10 m de grès et de conglomérat à ciment sablo-argileux rouge ;
- 4 - 10 m de conglomérat rouge comparable au niveau 1, mais renfermant localement des roches volcaniques ;
- 5 - 4 m de calcaire gréseux et conglomératique renfermant des Nummulites indéterminables, des Lépidocyclines, des Miliolides et des Operculines. Ce niveau qui présente un caractère lenticulaire affleure au Nord de Maravand (fig. 40, p . 193).
- 6 - 10 m de conglomérat et de grès rouge.

Datation

Les petits fossiles malheureusement indéterminables du niveau 5 ci-dessus sont les seuls témoignages d'organismes dans ces dépôts détritiques. Mais l'âge de cette formation résulte du fait que, d'une part, ces dépôts reposent, comme nous l'avons déjà indiqué dans le chapitre précédent, sur les couches à Nummulites fabiani Prever⁽¹⁾ du Priabonien (Eocène supérieur) et que, d'autre part, ils sont recouverts par les couches à Lépidocyclines renfermant des :

Eulepidina dilatata Michelotti,
Nummulites intermedius d'Archiac (grandes formes),
Nummulites fichteli Michelotti (petites formes)⁽¹⁾

qui indiquent le Stampien.

Donc, ces dépôts détritiques rouges de la région de Soh peuvent être attribués à l'Oligocène inférieur.

Limites inférieure et supérieure

Les dépôts rouges de l'Oligocène inférieur recouvrent en discordance le calcaire de l'Aptien (fig. 40) et les différents niveaux de l'Eocène supérieur (Priabonien).

(1) Détermination J. Flandrin.

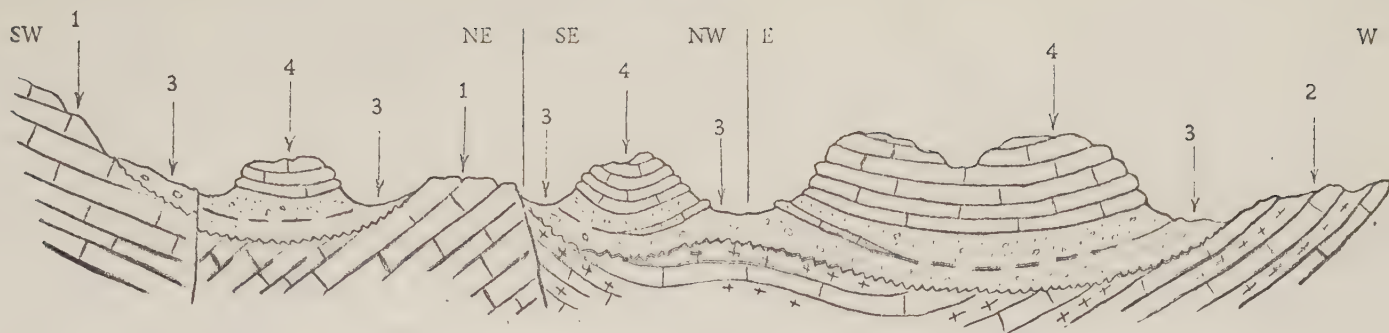


Fig. 40 - Coupe schématique au Nord de Maravand.

- 1 - Calcaire à Orbitolines de l'Aptien.
- 2 - Alternance de couches à Nummulites et d'andésites de Priabonien (Eocène supérieur).
- 3 - Conglomérat et grès argileux rouge de l'Oligocène inférieur " Formation rouge inférieure".
- 4 - Calcaire blanchâtre de l'Oligo - Miocène "Formation de Qom".

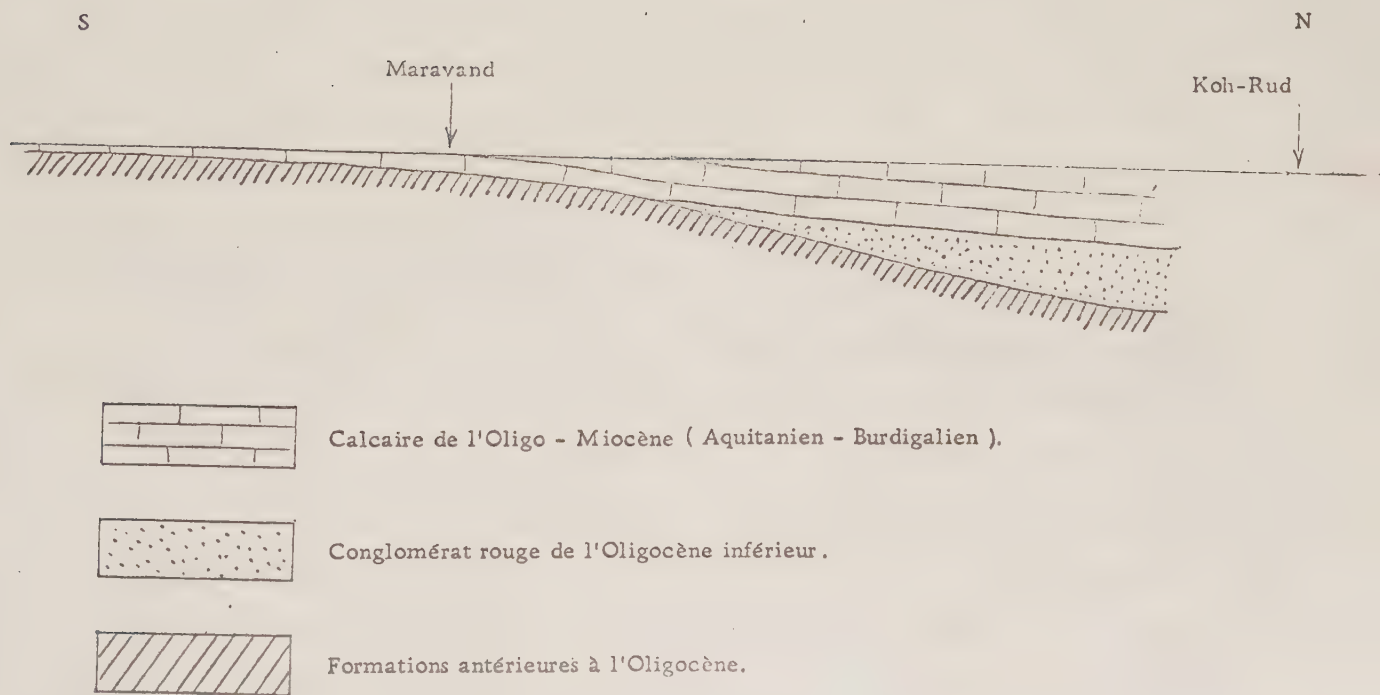
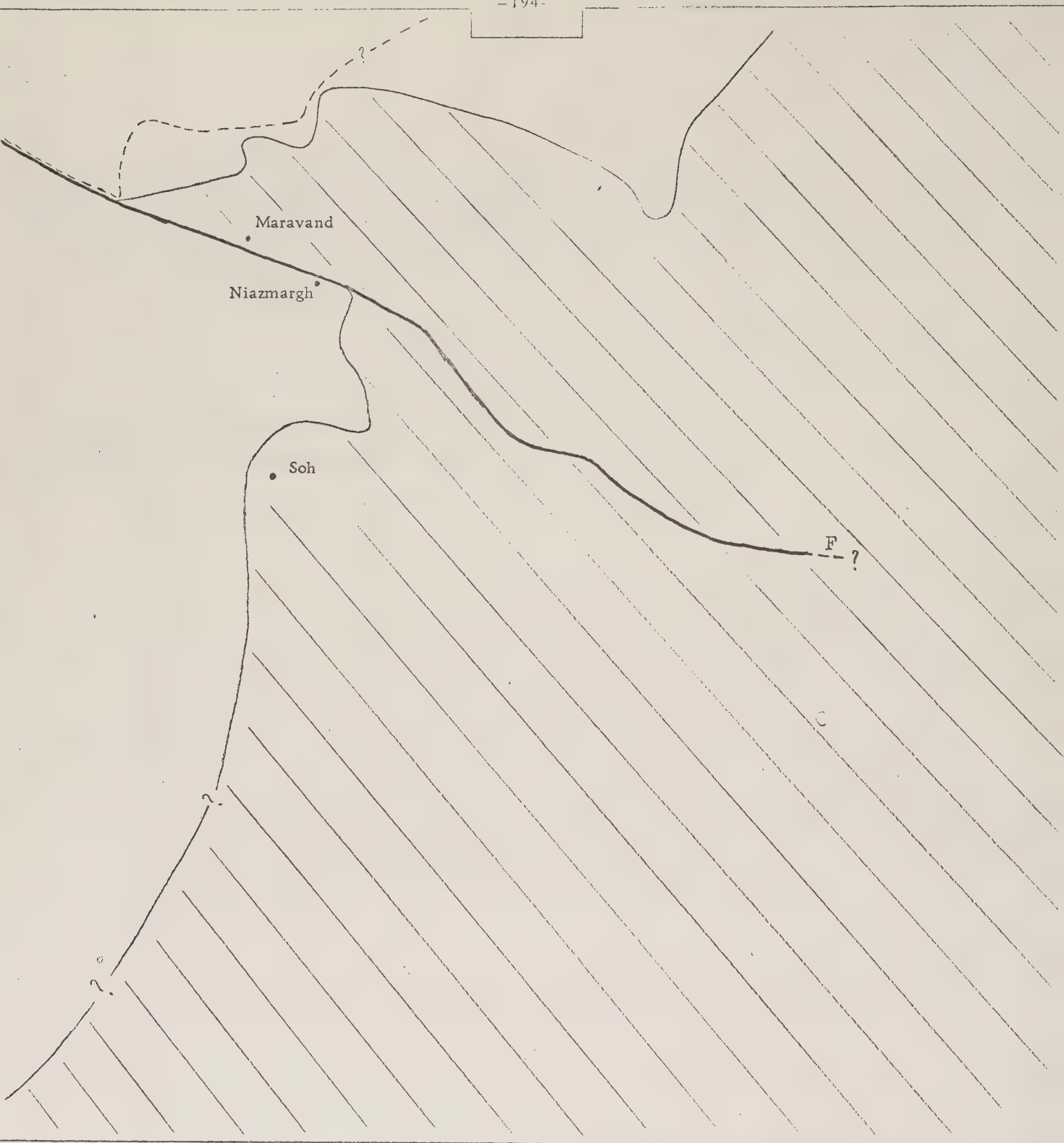


Fig. 41 - Coupe schématique du bassin oligo-miocène de la région de Soh.



Limite méridionale de la "Formation Rouge Inférieure" (Oligocène inférieure).



Secteur non couvert par les dépôts du Tertiaire.

Fig. 42 - Paléogéographie schématique du Tertiaire
dans la région de Soh.

En ce qui concerne sa limite supérieure, ces assises sont recouvertes soit par les couches de calcaires marneux de l'Oligocène supérieur-Miocène inférieur (Formation de Qom), soit par des laves ou tufs dacitiques du Pliocène.

Comparaisons

Les assises conglomératiques rouges de la région de Soh sont comparables aux dépôts rouges de l'Oligocène inférieur ("Lower Red Formation") ; de faciès lagunaire, ceux-ci renferment des évaporites (gypse et sel) et sont largement développés (300 à 1 000 m) dans la région de Qom [99], là où le gypse et le sel ont formé localement des dômes diapiriques qui sont recouverts transgressivement par les dépôts marins de l'Oligocène supérieur.

Au Shurah (Sud de Qom), les sédiments de l'Oligocène inférieur sont représentés par des argiles silteuses et des marnes rouges intercalées de couches de gypse et de lentilles de sel. Ces intercalations évaporitiques sont associées à des laves andésitiques dont les contacts normaux sont souvent bien visibles.

Condition et milieu de dépôt

Dans la région de Soh, comme d'ailleurs dans presque toute la région de l'Iran central, les conditions marines se sont terminées après l'Eocène, et les activités volcaniques ont considérablement diminué.

Au début de l'Oligocène se manifeste une régression marquée des bassins marins. La mer de l'Eocène devenait un bassin limité, mais s'étendant toutefois largement dans le NW de l'Iran central. Ce bassin, dans lequel seront accumulés les dépôts torrentiels et lagunaires avait sa profondeur maximum au Sud de Qom. Il n'occupait qu'une petite partie du coin NW (fig. 41 et 42) de la région de Soh. Sa limite méridionale, comme le montre la figure 42, coïncide en partie avec un accident tectonique de direction NW-SE.

C h a p i t r e X I V

OLIGOCENE SUPERIEUR - MIOCENE INFERIEUR

(Formation de Qom)

Les dépôts de l'Oligo-Miocène couvrent une surface beaucoup plus grande que les assises de l'Oligocène inférieur (fig. 44).

Ils se caractérisent par une succession (100 à 700 m) de couches calcaires blanchâtres fossilifères et de marnes verdâtres. Ces assises sont représentées dans une coupe relevée au Sud de Maravand (fig. 43) :

- 1 - 2 à 3 m de conglomérat blanchâtre avec des éléments de calcaires ;
- 2 - 45 à 150 m de calcaire blanchâtre, riche en Miliolidés, avec également :

Lepidocyclina (Nepheolepidina),

Lepidocyclina (Eulepidina),

Amphistegina,

Heterestegina,

Operculina,

Débris de tests de Lamellibranches et d'Echinodermes ⁽¹⁾

(1) Détermination de C. Lorenz et M. Mehrnush.

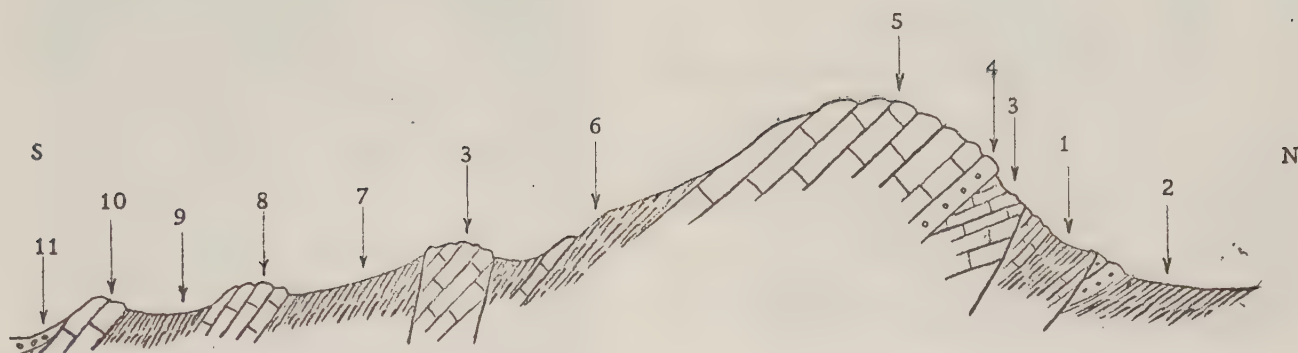


Fig. 43 - Coupe schématique au Sud de Maravand montrant les assises oligo-miocènes (no. 4 à 10) de la région de Soh.

- 1 - Schistes argileux avec calcaire corallien à Heterastridium du Trias supérieur (Formation de Naiband).
- 2 - Schistes foncés charbonneux avec conglomérat à dragées siliceuses du Lias (Formation de Shemshak).
- 3 - Calcaires gris clair à Orbitolines de l'Aptien.
- 4 - Conglomérat renfermant des éléments de grès et de calcaires à Orbitolines.
- 5 - Calcaire blanchâtre de l'Aquitanién - Burdigalien.
- 6 - Marnes jaunâtres ou blanchâtres, légèrement sableuses, avec des intercalations de calcaires à Lamellibranches.
- 7 - Marnes verdâtre ou blanchâtres.
- 8 - Calcaires marneux à polypiers, lamellibranches et tubes de vers.
- 9 - Marnes verdâtres.
- 10 - Calcaire à tube de Kuphus arenarius.
- 11 - Conglomérat de Quaternaire.

Plus à l'Ouest (N de Kuh-e-Cheheh Doktor), la base de ce niveau, constituée par 5 m de marno-calcaire légèrement gréseux, renferme :

Eulepidina dilatata Michelotti,
Nummulites intermedius d'Archiac,
Nummulites Fichteli Michelotti⁽¹⁾

qui indiquent le Stampien. Au Nord de Maravand, ce niveau est représenté par 200 m de calcaire marneux blanchâtre, livrant la micro-faune suivante⁽²⁾ :

Lepidocyclina (Nepheolepidina) sp.,
Lepidocyclina (Eulepidina) sp.,
Operculina sp.,
Amphistegina sp.,
Heterestegina sp.,
Miliolidae,
Miogypsinoides sp.,
Neovalveolina cf. pygmaea Schlu. Reichel,
Austrotrillina sp.,
Rotalia sp.,
Planerbulina sp.,
Discorbis sp.,
Textularia sp.,
Lagenia sp.

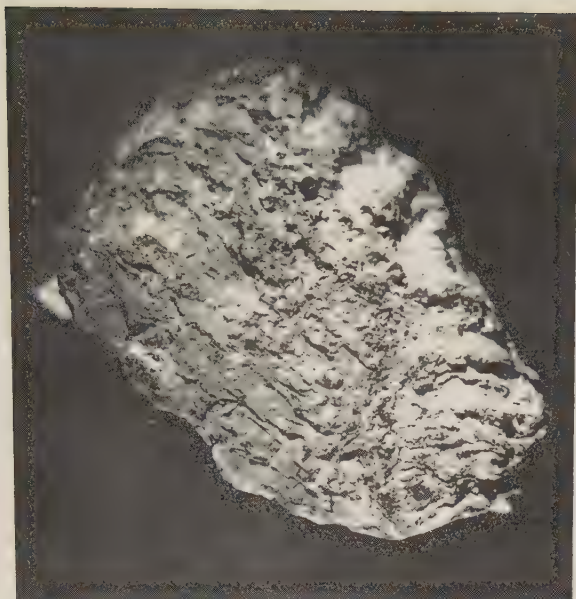
ainsi que des Lithotamnium.

Cette faune indique un âge allant du Stampien pour la partie basale à l'Aquitanién-Burdigalien pour la partie supérieure. Donc la limite d'Oligocène-Miocène, se situe dans ce niveau. Il convient d'ajouter que ce niveau renferme localement (N de Kuluq) des intercalations de tuf dacitique et de roches volcaniques andésitiques.

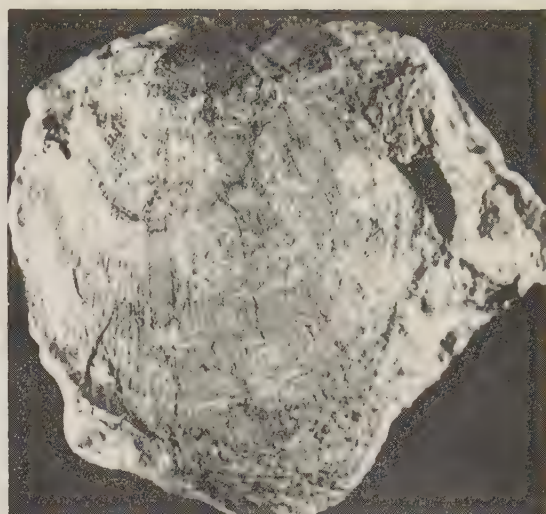
3 - 20 m de marnes blanchâtres ou jaunâtres légèrement sableuses qui renferment des intercalations de calcaires à polypiers avec des Ostreidés (Ph. 56, Pl. XXI) et des Pectinidés⁽³⁾ (Ph. 57, 58, 59; Pl. XXI) :

Chlamys gr. Crispa (forme "Hinnites")=Chlamys brussoni de
Chlamys cf. varia Lin., Serres,
Chlamys gr. Opercularis Lin.

(1) Détermination de J. Flandrin.
(2) Détermination de C. Lorenz et M. Mehrnush.
(3) Détermination de G. Demarcq.



Ph. 56 - *Ostrea* sp. A. Forme n.



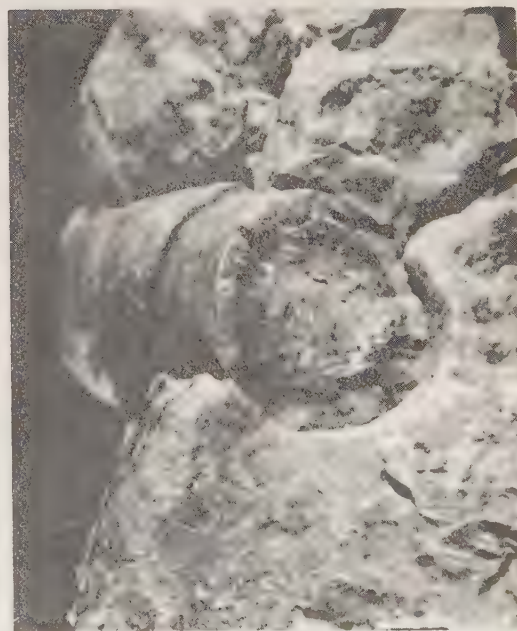
Ph. 57 - *Chlamys brussoni* de Serres (Miocène).



Ph. 58 - *Chlamys* cf. *varia* Lin. (Miocène et Pliocène).



Ph. 59 - *Chlamys* gr. *Opercularis* Lin.
(Miocène et Pliocène)



Ph. 60 - *Kuphus arenarius* (Lim.) Douglas.

4 - 80 m de marnes verdâtres ou blanchâtres ;

5 - 25 m de calcaires marneux à polypiers, Lamellibranches et tubes de vers :

Kuphus arenarius (Linné) Douglas [62]

(Ph. 60 ; Pl. XXI). Ce niveau se présente de manière lenticulaire.

6 - 400 m de marnes verdâtres ;

7 - 20 à 30 m de calcaire riche en tubes de Kuphus arenarius (Linné) Douglas [62] (Ph. 60 ; Pl. XXI). Ce niveau est comparable (voir p. 201) à la partie inférieure de la formation de Misham (Miocène inférieur et moyen) dans la Zagros.

Age

Comme les fossiles ci-dessus l'indiquent, la base de ces assises (Formation de Qom) débute avec le marno-calcaire et le conglomérat du Stampien; puis il s'agit d'un calcaire aquitanien-burdigalien, lequel se termine par une série de marnes renfermant des intercalations de calcaire d'âge miocène inférieur et moyen. Le Miocène supérieur est absent dans la région de Soh.

Caractères généraux ; Limites inférieure et supérieure

Les assises de l'Oligo-Miocène (Formation de Qom) de la région de Soh, qui présentent une diminution d'épaisseur du N vers le S, débutent par un conglomérat de base souvent très mince (2 à 5 m) ; celui-ci est, soit en superposition vraisemblablement normale sur les dépôts de l'Oligocène inférieur au Nord de Kuluq (NW de la région), soit en discordance sur les dépôts du Lutétien (N de Soh), ou sur le calcaire de l'Aptien (au Sud et au Nord de Maravand), ou même localement sur les schisto-calcaires du Trias supérieur (Formation de Naiband).

En ce qui concerne leur limite supérieure, ces assises sont recouvertes soit par les dépôts principalement volcaniques du Pliocène, soit par des sédiments récents de Quaternaire.

Comparaisons

Les assises marines de l'Oligo-Miocène, qui ont reçu le nom de "Formation de Qom", se développent considérablement (500 à 1 800 m) dans la région de Qom qui se situe à environ 140 km au N de Soh. Ces dépôts qui présentent deux pôles lithologiques caractéristiques [99] avec changement rapide de faciès et d'épaisseur, correspondent de bas en haut aux assises suivantes :

- 1 - 50 à 150 m de calcaire de caractère relativement constant (Oligocène moyen-supérieur) ;
- 2 - 150 à 450 m de marnes sableuses (Oligocène moyen-supérieur) ;
- 3 - 200 à 500 m de marno-calcaire (Oligocène supérieur) ;
- 4 - 10 à 30 m de gypse ou anhydrite qui sert de niveau-repère ;
- 5 - 100 à 250 m de marnes verdâtres, localement intercalées de roches volcaniques (Oligocène supérieur-Miocène inférieur) ;
- 6 - 30 à 400 m de marno-calcaire (Miocène inférieur) ;
- 7 - 5 000 m de gypse, d'anhydrite et de sel avec des intercalations de marnes, de grès rouges et de calcaire (Formation Rouge Supérieure) d'âge miocène moyen-supérieur.

Au Nord, dans les montagnes de l'Alborz central [20], les assises du Miocène correspondent à 250 m de marnes gréseuses rouges, de pélites, de conglomérat, de gypse et de calcaire à Miliolides et reposent en discordance sur l'Eocène.

Au Sud, dans les montagnes du Zagros, les assises de l'Oligo-Miocène [114] débutent déjà par la partie supérieure des schisto-marnes de la formation de Pabdeh. Cette formation est d'âge paléocène récent, oligocène dans les provinces de Khuzestan et de Fars, paléocène récent-miocène dans la province de Lurestan.

La série est la suivante, de bas en haut :

- 300 m de calcaire (formation d'Asmari) renfermant localement des évaporites (Anhydrite de Kalhur) ou des grès et calcaire gréseux (Grès d'Ahwaz);
- âge : Oligocène-Miocène ancien ;

- 2 000 m de sel et d'anhydrite (formation de Gachsaran) renfermant des intercalations marno-calcaires (Miocène inférieur) ;
- 700 m de marne et calcaire (formation de Mishan) renfermant notamment des tubes de vers dans sa partie inférieure (Miocène inférieur et moyen) ;
- 3 000 m de grès calcaireux, de gypse et de marnes (formation d'Aghajari) du Mio-Pliocène.

Les trois dernière formations (Gachsaran, Mishan et Aghajari) composent le groupe de Fars dans les montagnes du Zagros.

Conditions et milieu de dépôt

Après l'épisode lagunaire, ou tout au moins une mer à très faible profondeur de l'Oligocène inférieur, une mer relativement profonde envahit une grande partie du secteur occidental de l'Iran central. Cette mer, venue du Sud au début de l'Oligocène supérieur, n'a envahi les secteurs septentrionaux qu'au Miocène. Elle avait sa profondeur maximum dans la région de Qom où se sont déposés près de 2 000 m de sédiments calcaréo-marneux à l'Oligocène supérieur-Miocène inférieur et 5 000 m de dépôts essentiellement évaporitiques au Miocène moyen-supérieur (et Pliocène ?). Donc les conditions marines qui avaient régné pendant l'Oligocène supérieur-Miocène inférieur devenaient au Miocène moyen-supérieur, soit lagunaires avec des eaux sursalées, soit désertiques.

En ce qui concerne la région de Soh, comme le montre la figure 44, la mer transgressive de l'Oligo-Miocène n'a envahi qu'un territoire au NW de la région étudiée, la majeure partie étant resté émergée durant cette période.

Au Sud, dans le bassin du Zagros, s'est déposée pendant la période oligocène et miocène, une série de 6 000 m de puissance, constituée de sédiments marno-calcaires et d'évaporites. Ces dépôts, notamment les calcaires d'Asmari, sont intéressants du point de vue pétrolier : la production moyenne d'un puits dans ce calcaire dépasse en effet 3 800 m³ (25 000 barils) de pétrole par jour.

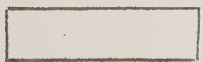
Malgré des territoires plus ou moins émergés çà et là entre le bassin de Qom et celui du Zagros, la liaison entre ces deux bassins est assurée durant l'Oligocène supérieur et le Miocène inférieur, tandis qu'elle reste douteuse au Miocène supérieur.



Fig.44. Paléogéographie de l'Oligo - Miocène dans la région de Soh (Echelle 1 : 250.000).



Région émergée



Secteur envahi par la mer.



Limite meridionale de la "Formation Rouge Inférieure"
(Oligocène inférieur)

C h a p i t r e X V

P L I O C È N E

Par suite de mouvements orogéniques, au début du Miocène supérieur, une émergence se produisit qui rattacha définitivement toute la région de Soh au domaine pratiquement continental. Cette émergence, suivie d'une érosion intense explique, dans la région de Soh, l'absence de toute assise de dépôts salifères et détritiques (Formation Rouge Supérieure) du Miocène supérieur, qui, au Nord de la région étudiée, atteignent une puissance de 5 000 à 6 000 m et se développent dans les secteurs nord et nord-ouest de l'Iran central.

Durant la période du Pliocène, la partie occidentale de la région constitua une zone d'épandage où s'accumulèrent deux types de formations : d'une part, des conglomérats et des grès argileux ; d'autre part, des tufs et laves dacitiques et andésitiques qui reposent comme des dépôts précédents sur les différents niveaux de l'Oligocène supérieur-Miocène inférieur (Formation de Qom), de l'Oligocène inférieur (Formation Rouge Inférieure) et même sur les assises de l'Eocène (fig. 45).

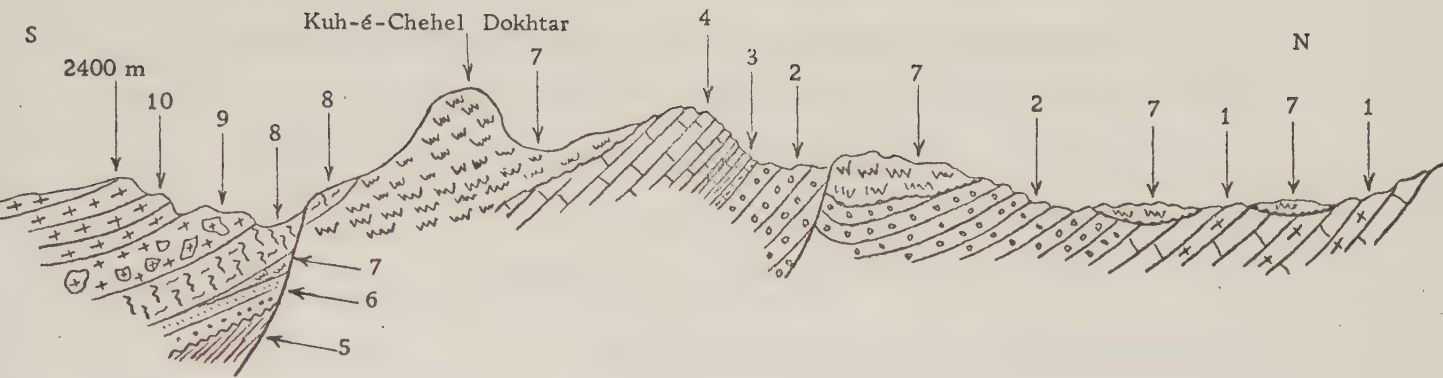


Fig. 45 - Coupe schématique de Kuh - é - Chehel Dokhtar au NW de la région de Soh représentant les dépôts du Pliocène (no. 6 à 10).

- 1 - Alternance d'assises calcaires à Nummulites fabiani Prever et de couches volcaniques andésitiques du Priabonien (Eocène supérieur).
- 2 - Conglomérat rouge de l'Oligocène inférieur. (Formation Rouge Inférieur)
- 3 - Marno - calcaire du Stampien à Nummulites intermedius d'Arch., N. fichteli; Michelloti, Eulepidina dilatata Michelotti; et à Lepidocyclines. (Formation de Qom)
- 4 - Calcaire fossilifère blanchâtre de l'Aquitarien - Burdigalien. (Formation de Qom)
- 5 - Marnes grisâtres ou verdâtres du Miocène inférieur et moyen. (Formation de Qom)
- 6 - Conglomérats et argiles sableuses. (Pliocène)
- 7 - Laves ou tufs dacitiques. (Pliocène)
- 8 - Conglomérat tufique verdâtre. (Pliocène)
- 9 - Conglomérats volcaniques. (Pliocène)
- 10 - Roches volcaniques andésitiques. (Pliocène)

Ces dépôts, qui représentent probablement le Pliocène de la région de Soh, peuvent être subdivisés en trois ensembles :

- I - 100 à 200 m de conglomérat et argiles sableuses ;
- II- 0 à 300 m de laves et tufs dacitiques ;
- III- 300 à 500 m de conglomérat et roches volcaniques.

I - Les conglomérats et les argiles sableuses

A l'Ouest de Maravand, une série rougeâtre de 100 à 300 m de puissance recouvre en discordance les calcaires et les marnes de la formation de Qom. Cette série se compose, de bas en haut, de deux niveaux distincts :

- 50 à 100 m de conglomérat rougeâtre ; ses éléments sont arrachés soit au calcaire aquitainien-burdigalien de la formation de Qom, soit au calcaire à Orbitolines de l'Aptien. Les galets de ce dernier sont moins nombreux ;
- 50 à 200 m d'argiles sableuses avec des intercalations de calcaire d'eau douce et de roches volcaniques andésitiques.

II - Les laves et tufs dacitiques

Au N et au NW de Maravand, les sédiments marins de la formation de Qom sont recouverts par une série de laves et tufs dacitiques blanchâtres. Ces roches volcaniques ont une épaisseur de quelques mètres au Sud, mais acquièrent plus de 300 m de puissance au Nord : là, elles constituent la montagne de Cheheh-Dokhtar, dans l'angle NW de la région. Les affleurements de ces roches volcaniques sont souvent représentés, comme le montre la figure 45, par de petites collines isolées et dispersées çà et là sur les dépôts de l'Eocène, sur les conglomérats rouges de l'Oligocène inférieur (Formation Rouge Inférieure), sur les dépôts calcaires de l'Aquitainien-Burdigalien (Formation de Qom) ou bien, enfin, sur les conglomérats

et les argiles sableuses de l'horizon I ci-dessus. Il convient d'ajouter que ces roches dacitiques ont été coupées par un important batholite de roches grano-dioritiques. Ce massif cristallin se situe pour sa majeure partie à l'extérieur et au Nord de notre région d'étude, près du village de Koh-Rud.

III - Les conglomérats et les roches volcaniques

Sur les roches volcaniques dacitiques de Kuh-e-Chehel Dokhtar (fig. 45), ainsi que sur les conglomérats et les argiles sableuses de l'horizon I, reposent de bas en haut les niveaux suivants :

- 1 - 0 à 150 m de conglomérats tufiques ;
- 2 - 30 à 80 m de conglomérats volcaniques ;
- 3 - 250 m de roches volcaniques andésitiques.

1 - Les conglomérats tufiques :

Ce sont des assises verdâtres d'une puissance variable (0 à 150 m). Elles sont essentiellement constituées de matériaux volcaniques. Ceux-ci renferment des éléments anguleux d'une taille variable (2 à 4 cm) formés de laves dacitiques ou andésitiques. Ces éléments sont reliés entre eux par un ciment formé de grains de quartz et de débris séricitisés de roches volcaniques. Ces roches sont probablement dans une majeure partie des produits d'altération et de désagregation des roches dacitiques de Kuh-e-Chehel Dokhtar ou des roches grano-dioritiques du massif de Koh-Rud. Ces produits d'altération ont été emportés par les eaux courantes et déposés dans le bassin d'épandage à l'Ouest de Maravand.

2 - Les conglomérats volcaniques :

Ces dépôts qui ont une puissance de 30 à 80 m sont constitués de gros galets (10 à 30 cm) ainsi que d'énormes blocs (0,5 à 1 m) de roches volcaniques andésitiques. Ces éléments grossiers sont reliés entre eux par

un ciment également andésitique qui renferme de petits galets de laves dacitiques. Les assises de ce niveau dessinent le flanc nord et est d'un synclinal situé à l'Ouest de Maravand, dont le flanc sud et le flanc ouest sont recouverts par les terrasses et les dépôts quaternaires. Il convient d'ajouter que ces dépôts, en se situant à la base d'une série de roches volcaniques (voir niveau n° 3 ci-dessus, témoignent du début d'une activité volcanique d'âge pliocène dans la région de Soh.

3 - Les roches volcaniques andésitiques :

Une série de laves et de coulées volcaniques andésitiques repose sur les dépôts du niveau précédent. Cette série, d'une puissance de 250 m, se situe au NW de la région et s'étend très largement au delà de notre limite occidentale.

Les dépôts de cette série sont formés de couches de lave andésitique (voir le chapitre volcanique). Ils représentent une stratification bien nette sur le terrain ainsi que sur les photographies aériennes. Ils renferment en plus, dans leur partie inférieure, une couche lenticulaire de calcaire d'eau douce. Enfin, ces roches volcaniques, par lesquelles se terminent les assises pliocènes de la région de Soh sont les dernières et les plus jeunes activités volcaniques de la région.

Comparaisons

Dans la région de Qom, et plus à l'Est près de Semnan, les dépôts du Miocène supérieur-Pliocène, sont représentés [99] par une épaisseur considérable (5 000 à 6 000 m) correspondant à la Formation Rouge Supérieure. Ils comprennent une série basale essentiellement évaporitique (gypse, anhydrite et sel) recouverte par un banc de schistes bitumineux très mince ; la partie supérieure de ces dépôts est constituée par une série de marnes gréseuses rougeâtres, parfois verdâtres, qui renferment

localement des intercalations de gypse ainsi que des passées calcaireuses à Ostracodes.

Dans la région du Zagros [114] , une discordance sépare les assises du Miocène supérieur-Pliocène et les dépôts du Pliocène supérieur récent. Les premières, qui correspondent à la formation d'Aghajari (Fars supérieur), sont formées de 3 000 m de grès calcaireux et de marnes gypseuses ; les deuxièmes, qui correspondent aux derniers sédiments allochtones du Zagros, sont représentés par la Formation de Bakhtiary, composée de 500 m de conglomérats et de grès à éléments calcaires remaniés de l'Oligocène, de l'Eocène et du Crétacé.

Conditions de dépôt

Après le dépôt de la formation marine de Qom (Oligocène supérieur-Miocène inférieur), une nette tendance à l'émersion a provoqué une régression qui a laissé s'établir des dépôts évaporitiques et terrigènes dans une grande partie de l'Iran central. En fait, c'est au Miocène moyen que le bassin central de Qom (NW de l'Iran central) a commencé à perdre son caractère marin : le milieu devenait saumâtre, lagunaire ou désertique. Durant la période du Miocène supérieur et du Pliocène, une énorme quantité de dépôts a comblé ce bassin lagunaire.

Quant à la région de Soh, qui se situe à l'extrémité méridionale du bassin de Qom, elle correspondait durant le Miocène supérieur à des reliefs plus ou moins importants, tandis qu'au Pliocène des régimes lacustres épars y régnaient. En effet, au NW de cette région existait un lac dans lequel se sont accumulés des dépôts détritiques et vulcanogènes renfermant des passées de calcaire d'eau douce.

C h a p i t r e X V I

Q U A T E R N A I R E

Les dépôts quaternaires sont largement développés à la périphérie de la chaîne de Soh. Ils consistent en formations d'origine différente que nous avons groupées en quatre termes :

- I - les travertins,
- II - les terrains glissés et les éboulis,
- III - les terrasses alluviales,
- IV - les alluvions récentes.

I - Les travertins

Des assises importantes de travertins s'observent dans les trois localités suivantes :

- à l'Est, près du village de Tarq,
- au NE, près des villages de Barz et de Komju,
- à l'Ouest, près de Soh.

- 1 - Au Nord de Tarq (fig. 46), des travertins débutant par une assise caillouteuse reposent en légère discordance sur des coulées andésitiques de l'Eocène. Epais de 115 m, ils constituent le couronnement d'une colline à sommet plat isolée par l'érosion. Par suite de l'abaissement du niveau des sources, corrélatif à l'enfoncement du fond des vallées durant le Quaternaire, ces travertins anciens ne se raccordent à aucun niveau de source actuel ;
- 2 - Au Sud des villages de Barz et de Komju, des travertins anciens recouvrent des formations allant du Cambrien au Pliocène. Dans le secteur correspondant à la photographie n° 61 (Pl. XXII), ils surmontent en pente légère des assises conglomératiques de l'Eocène redressées à environ 60 °. L'inclinaison légère, mais toutefois notable, des travertins peut correspondre ici à une pente originelle de dépôt. Elle peut également résulter d'un basculement d'origine tectonique, témoignant de la persistance de mouvements jusqu'à une époque très récente. Un premier argument en faveur de cette seconde interprétation peut être tiré de l'existence, dans la masse des travertins (Ph. 63), de fractures ouvertes qui suivent souvent la direction d'accident plus anciens. Un second argument allant dans le même sens peut être tiré des observations faites dans la vallée de Dôr. Dans cette région existent deux niveaux de travertins nettement différents : un niveau sub-actuel et actuel, qui occupe le fond de la vallée et que l'on peut rattacher à des sources existantes et un niveau ancien qui se situe à environ 50 m au-dessus du premier. Ce travertin ancien est tout d'abord manifestement incliné et légèrement gondolé et il bute en outre par faille contre les grès cambriens de Lalun. Il s'agit évidemment du rejeu d'une faille ancienne, mais ce rejeu a toutefois déterminé un rejet de l'ordre de 20 à 30 m.
- 3 - Dans le voisinage de Soh, les travertins ont un développement beaucoup

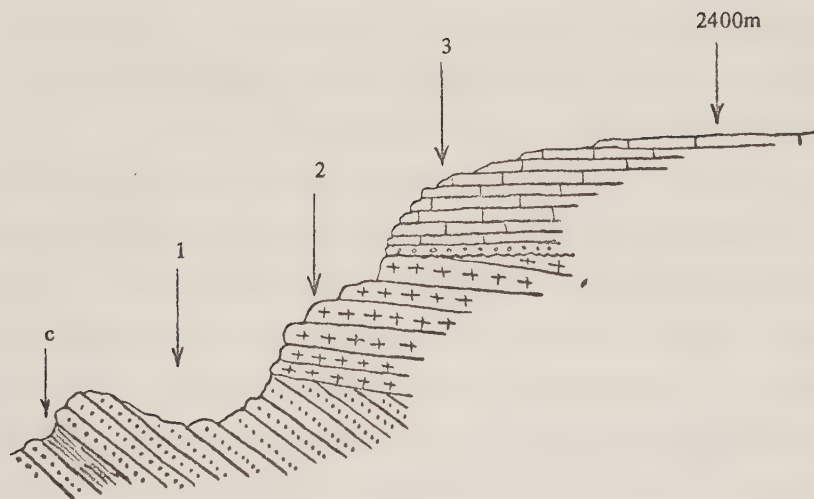


Fig. 46 - Coupe schématique relevée au Nord de Tarq.

- 1 - Grès avec passée charbonneuse (c) de la formation liasique de Shemshak.
- 2 - Andésites de l'Eocène.
- 3 - Travertins débutant par niveau caillouteux.

moins important qu'au pied du versant nord-oriental du massif paléozoïque. Ils semblent liés au Crétacé au-dessus duquel ils constituent çà et là de petites collines blanchâtres ne dépassant pas 10 m d'épaisseur.

Au point de vue de leur origine, tous les travertins de notre région d'étude sont à mettre en relations avec les eaux fortement chargées en bicarbonate de calcium des sources qui sortaient autrefois (ou qui sortent encore pour certaines, mais à des niveaux plus bas) des assises calcaires et dolomitiques de cette région. Cela explique l'importance que ces travertins présentent au pied du versant oriental de la chaîne de Soh, dans la constitution de laquelle les formations dolomitiques et calcaires prennent une part essentielle. Pour les travertins anciens se présentant en nappes, le dépôt de carbonate de calcium résultant de l'échauffement de ces eaux de source a dû s'effectuer dans des dépressions lacustres, sous forme d'assises régulières et parfaitement stratifiées. Des silex ont pris parfois naissance au sein des vases calcaires ainsi accumulées. Enfin, certaines assises de travertins présentent une structure nettement bréchique : il s'agit de fausses brèches résultant de périodes d'assèchement ayant provoqué le craquellement des vases semi-consolidées. Selon l'exemple qu'en fournissent certaines sources actuelles déterminant encore la formation de travertins, les sources abondantes dont les eaux ont donné naissance aux puissantes accumulations de travertins anciens devaient se situer sur de grandes fractures jouant le rôle de drain vis à vis des eaux souterraines.

II - Terrains glissés et éboulis

La chaîne de Soh fournit quelques exemples de masses rocheuses ayant subi, par glissement, des déplacements assez considérables. L'exemple le plus important s'observe au NE de Maravand, où un tel lambeau glissé

Ph. 61 - Travertins inclinés, recouvrant
des bancs redressés de congl-
omérats éocènes.



Ph. 62 - "Cheminée de fée" au
Nord de Bolouguerd.

Ph. 63 -
Fracture ouverte dans des
travertins. (de telles fractures
suivent souvent la direction
d'accidents plus anciens).



de calcaire aptien à Orbitolines présente une superficie d'environ 0,2 km². Ce lambeau calcaire, qui provient de la partie sommitale d'une montagne d'environ 3 000 m s'élevant au SE de Sar Margh-e-Abyaneh, a glissé sur les schistes argilo-gréseux du Trias supérieur de son versant NE. Un autre glissement rocheux en masse, d'ailleurs moins important, est visible à l'ENE du village de Soh (Pl. VI, Photo 11). Ce lambeau calcaire à Brachiopodes, du Dévonien moyen supérieur, qui a glissé sur les schistes argilo-gréseux du Lias, paraît lié à des accidents tectoniques anciens.

De vieilles surfaces d'épandage et des éboulis anciens se raccordant à de hautes terrasses alluviales sont particulièrement développés sur le versant oriental de la chaîne de Soh. Sur les surfaces d'épandage, où une partie des éléments a été entraînée par les eaux de ruissellement, les éléments les plus gros se situent au pied des falaises et les éléments les plus fins au bas des pentes.

III - Les terrasses alluviales

Dans les vallées du versant oriental de la chaîne de Soh, le remplissage alluvial ancien présente une épaisseur très importante qui peut atteindre jusqu'à 165 m dans la vallée de Hanjan. Ces alluvions sont essentiellement formées de sables dans lesquels s'intercalent des niveaux de cailloutis dont les éléments sont liés par un ciment argilo-sableux. Par suite de leur assez faible cohérence et de leur hétérogénéité, ces alluvions présentent parfois des formes d'érosion pittoresques comme les "cheminées de fées" de la haute vallée de Hanjan. Dans cette même vallée, on peut distinguer facilement trois terrasses qui présentent entre elles, de la plus basse à la plus élevée, des différences d'altitude de 15 à 20 m.

Sur le versant occidental de la chaîne de Soh, l'épaisseur des

alluvions anciennes est beaucoup moins grande car elle ne dépasse guère 20 à 50 m. Deux terrasses peuvent être reconnues dans la vallée de Soh. La plus élevée, qui s'élève à 20 m au-dessus du fond de la vallée, se présente sous la forme d'un conglomérat plus ou moins cohérent de 8 à 12 m d'épaisseur, à galets calcaires et gréseux et à ciment argilo-calcaire. La plus basse, qui domine le fond de la vallée de 15 m, est constituée par 10 à 15 m de conglomérat à ciment marno-gréseux.

IV - Alluvions récentes

La région montagneuse de Soh s'élève entre deux vastes plaines alluviales qui sont le Dasht-e-Khort à l'Ouest et le Grand Kavir⁽¹⁾ à l'Est.

Le Dasht-e-Murcheh Khort, qui présente une légère pente de sa périphérie à son centre, est couvert par un manteau d'argiles et de sables dont l'épaisseur varie de 5 à 20 m.

Le Grand Kavir (grande plaine salée), qui couvre une grande partie de l'Iran central, n'intéresse notre territoire d'étude que par une faible partie de sa bordure occidentale. Les sédiments qui en couvrent la surface sont soit des sables éoliens, bien reconnaissables à leur sphéricité et à leur surfacé dépolie, soit des alluvions amenées annuellement par les crues d'hiver et de printemps. Ainsi que l'a démontré H. Bobek · 31 à 33 ·, le Grand Kavir n'a jamais été occupé par un lac, car aucune trace de rivage lacustre n'a été reconnue sur ses bordures et parce que les dépôts éoliens et fluviatiles qui l'occupent reposent directement sur une surface d'érosion.

En dehors des dépôts de ces deux grandes plaines extérieures à notre territoire d'étude proprement dit, des alluvions récentes occupent le fond des nombreuses vallées de la région de Soh.

(1) Dasht et Kavir sont les deux termes géomorphologiques actuellement utilisés pour désigner les grandes plaines alluviales, plus ou moins désertiques de l'Iran central. Le mot Kavir est réservé pour les plaines salées et celui de Dasht pour les plaines qui couvrent de grandes surfaces entre les montagnes et les plaines salées [32]

DEUXIEME PARTIE

ROCHES VOLCANIQUES

ET

TECTONIQUE

C h a p i t r e I

R O C H E S V O L C A N I Q U E S

Bien que notre étude de la région de Soh ne comprenne pas une recherche pétrographique des roches volcaniques - d'ailleurs ces roches ne couvrent qu'une superficie très réduite par rapport aux dépôts sédimentaires de la région - nous tenterons toutefois de donner une brève description de ces roches qui s'intercalent parfois dans les assises sédimentaires ou qui affleurent par endroits comme de petites intrusions filoniennes.

Elles se composent principalement de roches volcaniques (laves, tufs), subvolcaniques (granodiorite, diorite et leurs équivalents microgrenus) et intrusives (roches de filons). Nous les examinerons d'après leur âge relatif qui débute au Précambrien et s'achève au Pliocène.

I - Roches volcaniques du Précambrien ou Infracambrien ancien (éch. 69.Z.390)

Ce sont quelques bancs de roches basaltiques ou doléritiques qui s'intercalent dans la "formation de Kahar" (voir chap.I) et qui présentent la composition pétrographique suivante :

Phénocristaux :

Plagioclases : cristaux automorphes et subautomorphes presque entièrement altérés en séricite, calcite et chlorite.

Pyroxène (augite) : cristaux subautomorphes, mais fortement altérés en calcite, chlorite, épidote et oxyde de fer.

Quartz : xénomorphe en faible quantité.

Accessoires : chlorite, calcite, épidote, ilménite et oxyde de fer.

Pâte : microlitique

Structure : doléritique

II - Roches volcaniques du Silurien (éch. 89, 307 et 319)

Ces roches se présentent soit comme une coulée de 50 mètres de puissance de lave andésitique ou basaltique (éch. 89), à la base de la formation de Niur, avec une nette interstratification indiquant que sa mise en place s'est effectuée au cours de la sédimentation, soit comme une intrusion (N de Farizand) dans la "dolomie de Soltanieh" (Infracambrien) pouvant représenter une ancienne cheminée d'alimentation.

De nombreux dykes avoisinent la coulée et correspondent essentiellement à une dolérite fortement altérée (éch. 307).

- Ech. 67.Z.307

Dolérite fortement altérée

Phénocristaux :

Plagioclase : transformé en séricite et calcite

Accessoires : quartz (xénomorphe), calcite, chlorite, séricite et oxyde de fer.

Pâte : formée de microlites de plagioclase et de grands minéraux ferromagnésiens remplacés par de la chlorite.

Structure : doléritique

- Ech. 67.Z.89

Coulée de lave basaltique

Les minéraux de la roche sont presque entièrement transformés en

calcite et séricite. Seuls quelques microlites de plagioclases, des minéraux opaques et des oxydes de fer peuvent être reconnus ainsi que quelques phénocristaux de plagioclases (An.26-33) étirés et brisés. L'ensemble présente une texture nettement fluidale.

En ce qui concerne l'intrusion de Farizand, elle est toujours accompagnée d'oligiste. Malgré une forte altération, la roche (éch.319) présente au microscope une structure doléritique avec de grandes lattes de plagioclase basique. Les interstices sont remplis en majorité par des chlorites dérivant probablement de l'ancien verre. Peu de plagioclases sont conservés et tous les minéraux ferro-magnésiens de la roche sont transformés en chlorite et calcite.

III - Roches volcaniques de l'Eocène

Ces roches volcaniques qui appartiennent au Lutétien et au Priabonien (voir chap.XI) présentent deux sortes de compositions pétrographiques (rhyo-dacitique et andésitique) distinctes.

1 - Roches rhyo-dacitiques du Lutétien (éch. 145, 150, 179, 200)

Ce sont des tuffolaves rhyo-dacitiques (éch. 145, 150) et des "cristal tuf" (éch. 179, 200) qui s'intercalent dans les assises marno-calcaires du Lutétien.

a) Les tuffo-laves rhyo-dacitiques qui correspondent à quelques bancs d'une épaisseur variant de 5 à 20 m affleurent principalement au Nord de Soh. Deux échantillons qui proviennent de deux bancs principaux montrent la composition pétrographique suivante :

- 67.Z.145

Tuffolave rhyo-dacitique à structure fluidale

Phénocristaux

Plagioclase : cristaux subautomorphes et plus ou moins cassés, peu nombreux. Il s'agit d'oligoclase-andésine (An. 26-33)

Quartz : cristaux automorphes et subautomorphes, peu abondants.

Micas : quelques cristaux de biotite.

Accessoires : calcite, minéraux opaques et oxyde de fer.

Pâte : formée de verre. Les oxydes de fer dispersés dans la pâte provoquent la teinte brunâtre de ces roches.

Structure : microlitique, fluidale, porphyrique.

- 67.Z.150

Crystal tuf :

Phénocristaux

Plagioclases : automorphes et cassés dans une pâte vitreuse (An.26-28)

Quartz : très abondant en gros grains automorphes mais brisés, présentant des golfes de corrosion.

Micas : quelques cristaux de biotite.

Accessoires : calcite, chlorite et oxydes de fer.

Pâte : formée de fragments de verre plus ou moins étirés.

Structure : microlitique, vitreuse, porphyrique

b) Tufs volcaniques : ces assises, qui présentent une puissance de 10 à 300 m et qui renferment des intercalations plus ou moins lenticulaires de laves dacito-andésitiques, affleurent essentiellement au Nord de Maravand. Comme exemples de ces roches, nous examinerons les deux échantillons ci-dessous qui renferment des fragments de laves :

- Ech. 67.Z.179

Tuf dacitique épidotisé

Phénocristaux :

Plagioclase : il s'agit de cristaux automorphes et subautomorphes d'andésine-oligoclase (An 26-30).

Quartz : xénomorphe

Accessoires : épidote, chlorite, calcite, leucoxène, apatite et oxyde de fer.

Pâte : formée de verre avec beaucoup de microlite et petits cristaux de quartz.

Structure : microlitique, porphyrique.

- Ech. 67.Z.200

Tuf cinéritique

Phénocristaux (= fragments très rares)

Plagioclases : entièrement altérés en matières argileuses.

Quartz : xénomorphe.

Fragments de laves dévitrifiés.

Pâte : très abondante mais indéchiffrable.

Accessoires : calcite, chlorite, oxyde de fer et minéraux opaques.

2 - Roches andésitiques du Priabonien (éch. 194)

Ces roches, limitées au NW de la région, forment avec les roches de calcaire nummulitique du Priabonien des alternances plus ou moins régulières. L'ensemble de la série a une puissance de 100 à 200 mètres. Comme exemple, nous étudierons l'échantillon ci-dessous.

- Ech. 67.Z.194

Andésite

Phénocristaux

Plagioclase : cristaux automorphes ou subautomorphes d'andésine (An 28) dispersés dans la pâte microlitique.

Pyroxène : augite. On le trouve en cristaux automorphes, parfois altérés en épidote et chlorite.

Quartz : xénomorphe.

Accessoires : calcite, chlorite et oxyde de fer.

Pâte : formée de verre et microlites très fins.

Structure : microlitique, porphyrique.

IV - Roches volcaniques du Pliocène (éch. 190, 230 et 201B)

Elles correspondent à deux activités volcaniques différentes que nous attribuons au Pliocène, car les roches volcaniques correspondantes reposent sur les assises sédimentaires de l'Oligo-Miocène. La première activité

a produit des laves dacitiques tandis que la seconde, qui peut être considérée comme la dernière activité volcanique de la région de Soh, correspond à des laves andésitiques.

1 - Tufs et laves dacitiques (éch. 190, 230)

Nous examinerons ci-dessous deux exemples de ces roches volcaniques qui sont plus ou moins développées au NW de la région et qui constituent la montagne de "Kuh-e-Chehel Dokhtar".

- 67.Z.190

Crystal tuf

Phénocristaux :

Plagioclases : nombreux cristaux subautomorphes cassés dans la pâte microlitique et parfois zonée. Il s'agit d'oligoclase-andésine (An 26-33).

Quartz : rares fragments

Micas : nombreuses lamelles de biotite plus ou moins altérée dans la pâte.

Amphibole : hornblende. Les cristaux sont automorphes, altérés.

Accessoires : chlorite, séricite, calcite et oxyde de fer.

Pâte : formée de verre avec beaucoup de microlites ainsi que de nombreux petits granules de feldspath.

Structure : microlitique, vitreuse, porphyrique.

- 67.Z.230

Dacite à hornblende

Phénocristaux :

Plagioclase : cristaux automorphes et subautomorphes qui forment aussi la pâte microlitique. Il s'agit de cristaux d'andésine (An 40).

Amphibole : hornblende verte, cristaux automorphes et losangiques parfois mâclés.

Quartz : se présentant en phénocristaux assez rares ainsi qu'en petits cristaux dans la pâte.

Accessoires : calcite, chlorite et oxyde de fer.

Pâte : formée de microlites de plagioclase, de granules de quartz xénomorphe.

Structure : microlitique porphyrique.

2 - Lave andésitique (éch. 201B)

Ce sont des roches andésitiques qui correspondent, comme nous l'avons déjà indiqué, à la dernière activité volcanique de la région de Soh. Elles affleurent au Sud de Kuh-e-Chehel Dokhtar. Elles se sont déposées sous une tranche d'eau douce apparemment très mince car elles renferment une intercalation lenticulaire de calcaire blanc, extrêmement poreux et pratiquement azoïque indiquant vraisemblablement un milieu lacustre.

A titre d'exemple, nous en décrivons un échantillon (67.Z.201 B)
- 67.Z.201 B

Andésite

Phénocristaux :

Plagioclase : cristaux automorphes. Il s'agit d'andésine (An 40) qui forme aussi les microlites de la pâte.

Amphibole : hornblende verte. Il s'agit de quelques cristaux sub-automorphes mais plus ou moins altérés en chlorite.

Quartz : interstitiel et xénomorphe, en faible quantité.

Accessoires : chlorite, calcite, minéraux opaques et oxyde de fer.

Structure : microlitique porphyrique.

V - Roches intrusives

Les roches intrusives affleurant dans la région de Soh sont en fait de très petites masses émanant d'un grand massif intrusif granodioritique qui constitue le haut sommet de Kuh-e-Kohrud (plus de 3 000 m) se situant à l'extérieur mais très près de la limite septentrionale de la région étudiée. Outre une composition pétrographique semblable, cette liaison est confirmée

par le fait qu'à mesure qu'on approche de la granodiorite de Kohrud, ces intrusions deviennent plus nombreuses. Il convient d'ajouter que ces petites masses intrusives plus ou moins isolées ont provoqué un léger métamorphisme de contact (silicification et pyritisation) dans les assises sédimentaires encaissantes.

Outre ces petites masses intrusives, de nombreux dykes de roches volcaniques traversent les assises du Mésozoïque et du Tertiaire notamment au Nord de la région étudiée. Ces filons montrent une composition pétrographique très proche des coulées volcaniques du Pliocène que nous venons de décrire.

1 - Masses grenues et microgrenues subvolcaniques (éch. 218, 192, 184)

Il convient d'examiner en premier lieu un échantillon granodioritique de Kuh-e-Kohrud.

- Ech. 67.Z.218

Granodiorite

Quartz : automorphe et subautomorphe en grains plus ou moins développés.

Plagioclases : automorphes et subautomorphes (An 26-28) maclés (albite) et zonés. Quelques uns sont fortement altérés en séricite et chlorite.

Feldspaths potassiques : orthoclase, cristaux moins nombreux mais de plus grande taille (5 cm environ).

Amphibole : hornblende verte. Les cristaux sont subautomorphes et fortement altérés en épidote et chlorite.

Micas : biotite ; les cristaux sont transformés en chlorite sur leurs parties marginales.

Accessoires : séricite, chlorite, calcite, épidote et oxyde de fer.

Structure : grenue porphyroïde.

Les petits affleurements, plus ou moins dispersés au Nord de la région et émanant de cette masse semblent moins riches en quartz, ce qui

indiquerait un caractère intermédiaire entre diorite quartzique et diorite, et présentent la plupart du temps une structure microgrenue. Le plus important, d'un diamètre de 1 à 2 km, se situe à environ 6 km au Nord de Maravand ou à environ 5 km au Sud de la masse granodioritique de Kohrud. Cette "intrusion de Maravand" recoupant des calcaires du Crétacé ainsi que des tufs et des laves de l'Eocène développe dans l'encaissant un contact nettement silicifié et très écrasé. L'échantillon ci-dessous provient de cette intrusion.

- Ech. 182

Microdiorite quartzifère à deux pyroxènes

Phénocristaux :

Plagioclase : cristaux automorphes et subautomorphes d'andésine-labrador -(An 32-52) avec macles de l'albite ; ils dominent dans la composition de la roche.

Pyroxène : il s'agit d'orthopyroxène (eustatite) en grains prismatiques et de clinopyroxène (augite) en cristaux automorphes parfois altérés en épidote et chlorite.

Quartz : xénomorphe et interstitiel.

Accessoires : séricite, chlorite, calcite et oxyde de fer.

Structure : microgrenue intersertale.

Cette intrusion dioritique de Maravand a été recoupée à son tour par une deuxième petite intrusion (d'environ 20 m de diamètre) dont la composition pétrographique (voir ci-dessus) est encore plus proche de celle de la granodiorite de Kohrud.

- Ech. 184

Microgranodiorite

Phénocristaux :

Plagioclase : il s'agit de cristaux automorphes d'oligoclase-andésine (An 26-33).

Quartz : cristaux subautomorphes très abondants.

Amphibole : hornblende, cristaux subautomorphes mais fortement altérés en chlorite.

Accessoires : chlorite, épidote, calcite et minéraux d'oxyde de fer

Structure : microgrenue intersertale.

Age des masses grenues et microgrenues

Au point de vue âge, la granodiorite de Kohrud ainsi que les petites masses acides grenues et microgrenues émanant de celle-ci appartiennent au Pliocène car ces masses intrusives recoupent des tufs et des laves du Pliocène qui reposent, comme nous l'avons déjà indiqué, sur les assises sédimentaires de l'Oligo-Miocène.

2 - Filons de roches volcaniques

Les filons de roches volcaniques qui sont essentiellement liés aux roches volcaniques pliocènes, affleurent soit au Nord, soit au NE de la région. Les roches volcaniques de ces filons peuvent être divisées, selon leur composition pétrographique en trois groupes : rhyolitique, dacitique et andésitique.

a) Filons de roches rhyolitiques

Ces filons affleurent près des villages de Comju et de Barz au NE de la région. Au microscope on distingue une structure porphyrique à pâte souvent vitreuse avec de beaux sphérolites. Nous étudierons comme exemple un échantillon provenant du Nord de Comju.

- Ech. 69.Z.391

Rhyolite

Phénocristaux :

Quartz : soit comme très fins cristaux dans la pâte, soit comme des phénocristaux subautomorphes.

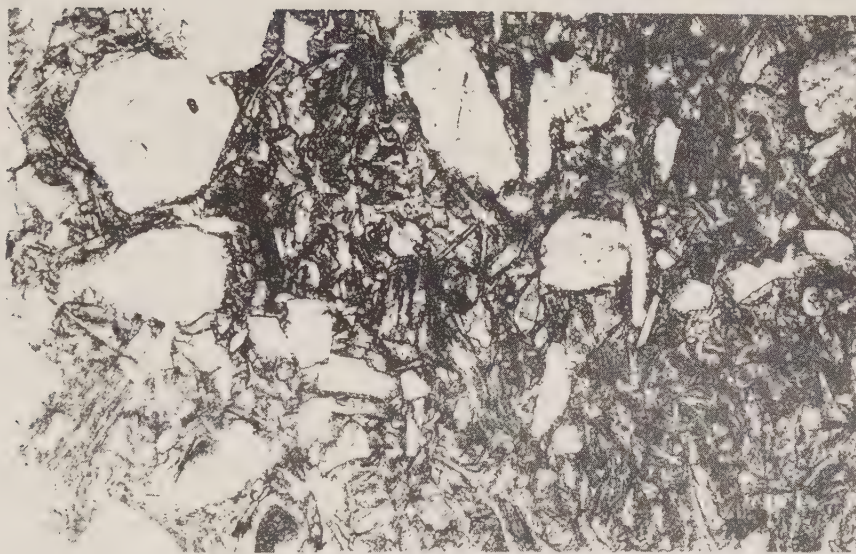
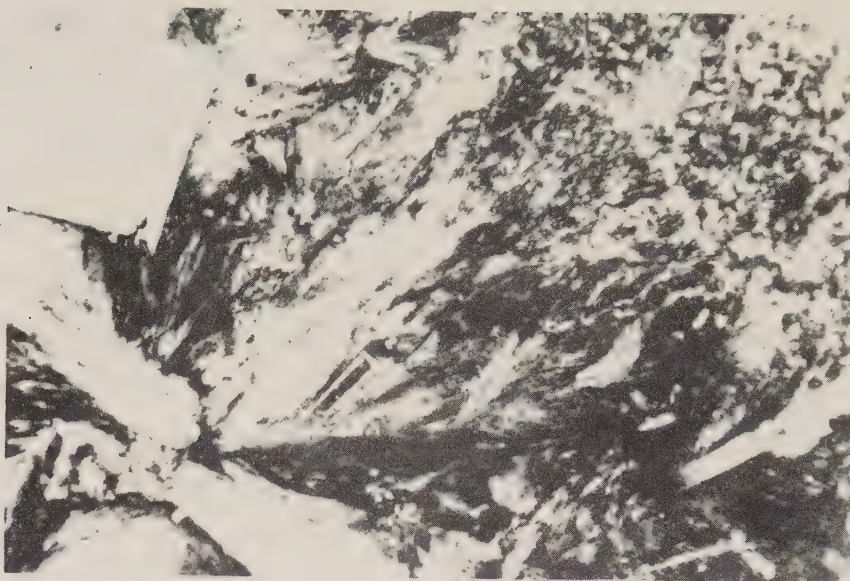
Orthoclase : cristaux plus ou moins subautomorphes.

Plagioclase : cristaux automorphes et subautomorphes. Il s'agit d'albite (An 10).

Planche XXIII

Ph. 64

Rhyolite à phénocristaux
de quartz avec de beaux
sphérolites (Pliocène).

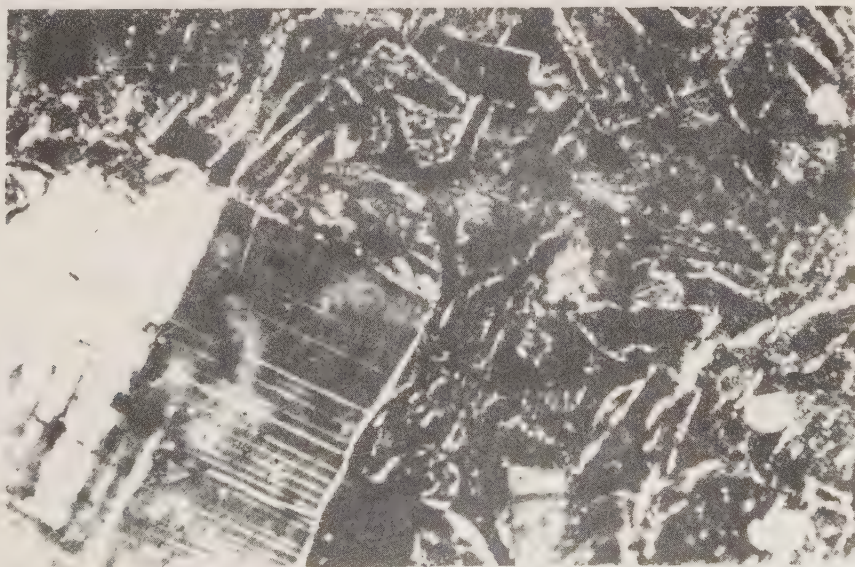


Ph. 65

Crystal tuf à phénocristaux
de quartz très abondant et
à pâte formée de fragment
de verre. (Lutétien infé.)

Ph. 66

Crystal tuf à phénocristaux
de plagioclase et à pâte
vitreuse. (Lutétien infé.)



Accessoires : chlorite, calcite, hématite et séricite.

Pâte : formée de microlites de quartz, de feldspath et de verre.

Structure : microlitique, vitreuse, porphyrique.

b) Filons de roches dacitiques

Ces filons affleurent essentiellement au Nord du village de Tar.

Un exemple représentatif de ce groupe est décrit ci-dessous.

Phénocristaux :

Plagioclase : cristaux subautomorphes et xénomorphes, souvent maclés (albite et carlsbad). Il s'agit d'oligoclase-andésine (An 30) localement transformée en chlorite.

Quartz : xénomorphe.

Accessoires : épidote, chlorite, séricite, titanite et oxyde de fer.

Pâte : formée de microlites de plagioclase et de petits cristaux de quartz.

Structure : vitreuse, microlitique, porphyrique.

c) Filons de roches andésitiques (éch. 199)

Dans le secteur nord, près d'Abyaneh ainsi qu'au Nord de Maravand se trouvent de nombreux filons doléritiques à composition andésitique. Ces filons ont essentiellement recoupé des assises de l'Eocène et du Crétacé. Un exemple de ce dernier groupe présente la composition pétrographique suivante :

Phénocristaux :

Plagioclase : cristaux automorphes et subautomorphes d'andésine (An 40) plus ou moins orientés mais qui sont partiellement transformés en chlorite.

Quartz : xénomorphe en faible quantité.

Accessoires : chlorite, calcite et oxyde de fer.

Pâte : formée de microlites et de verre.

Structure : microlitique, fluidale, porphyrique.

CONCLUSIONS

Les roches volcaniques de la région étudiée appartiennent à deux ensembles d'activités volcaniques distinctes qui sont nettement différentes quant à leur position chronologique et leur origine. Le premier ensemble, le plus ancien (Silurien et même Précambrien) correspond à des activités magmatiques basiques, tandis que le second ensemble, qui a pour origine un magma acide, appartient soit à l'Eocène (Lutétien et Priabonien), soit au Pliocène. Ce second ensemble, qui est relativement le plus étendu dans la région de Soh, correspond en effet à la mise en place des masses granodioritiques et dioritiques du Pliocène et à l'émission de tufs et de laves rhyodacitiques ou andésitiques. Ces émissions sont : soit antérieures à la mise en place des masses granodioritiques (crystal tuf du Lutétien, lave andésitique du Priabonien ou tufs et laves dacitiques du Pliocène), soit contemporaines (dykes rhyolitiques ou andésitiques), soit, enfin, postérieures (laves andésitiques du Sud de Kuh-e-Chehel Dokhtar, Pliocène terminal).

Il convient d'ajouter qu'il existe trois masses granodioritiques principales se situant à Kohrud, au Nord d'Hanjan et à l'Ouest de Natanz, respectivement au N, au NE et à l'E, mais en dehors de la région de Soh. Les roches volcaniques tertiaires de notre région d'étude pourraient avoir la même origine que ces trois masses intrusives et grenues qui forment les plus importantes manifestations du magma acide et sont certainement liées entre elles.

C h a p i t r e I I

T E C T O N I Q U E

(Carte géologique au 250 000e et figures 47 à 49)

Ainsi que nous l'avons indiqué dans la première partie de ce mémoire consacrée à la description des différentes formations entrant dans la constitution de notre secteur d'étude, la région de Soh n'a été soumise, durant la partie de son histoire allant de l'Infracambrien au Trias moyen inclus qu'à des mouvements de type épirogénique⁽¹⁾. Ces mouvements, qui peuvent être regardés comme les indices atténués des grandes phases orogéniques du Paléozoïque, ont entraîné des modifications paléogéographiques plus ou moins importantes, dont nous avons tenté de reconstituer les images successives dans les chapitres précédents, mais n'ont pas provoqué de déformation structurales sensibles. Aussi, les différentes

(1) Bien que le socle précambrien n'apparaisse pas dans la région de Soh, on doit admettre, par comparaison avec d'autres régions d'Iran, que ce socle a dû être profondément métamorphisé et intensément plissé au cours de l'orogénèse "assyntique".

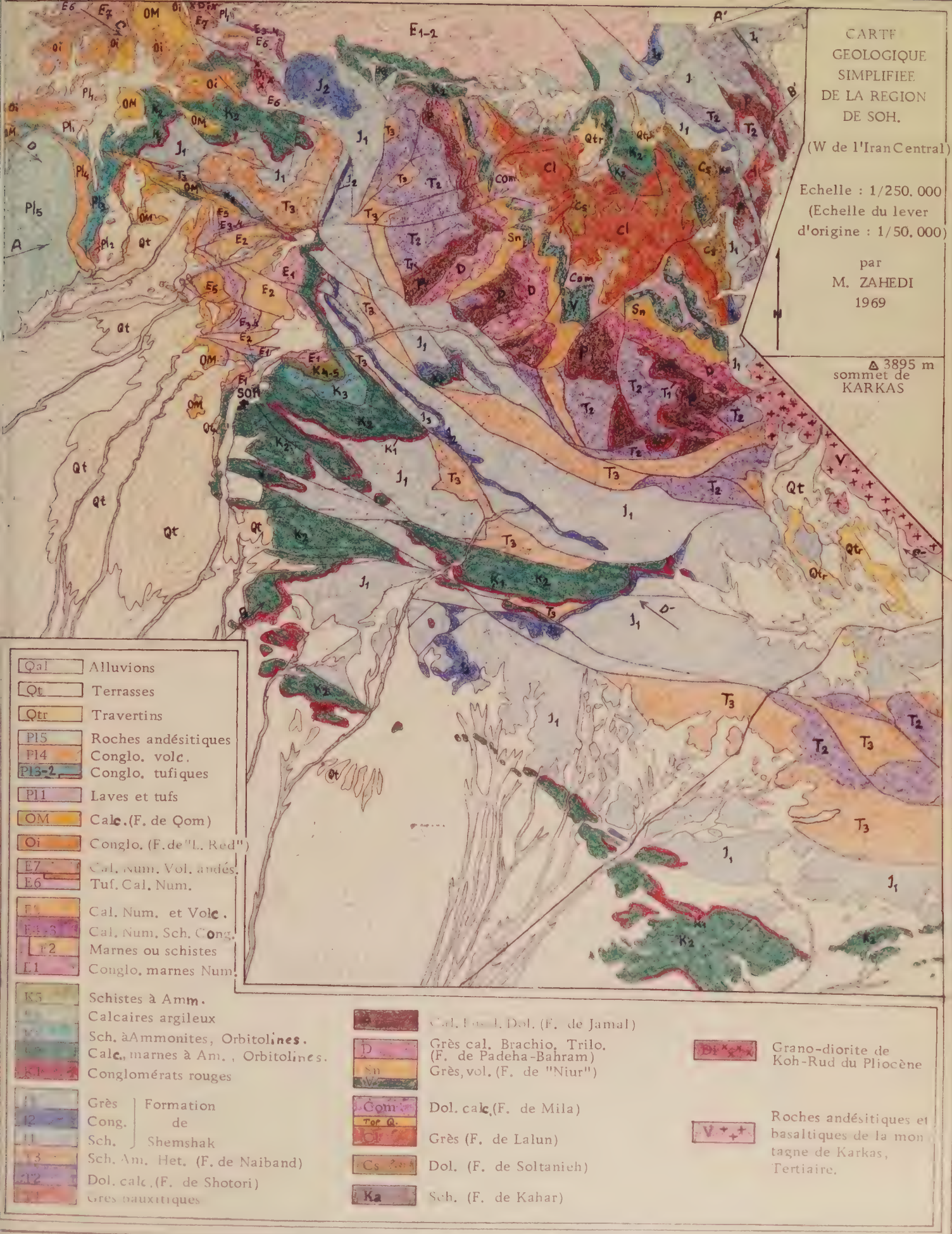
CARTE
GEOLOGIQUE
SIMPLIFIEE
DE LA REGION
DE SOH.

(W de l'Iran Central)

Echelle : 1/250.000
(Echelle du lever
d'origine : 1/50.000)

par
M. ZAHEDI
1969

Δ 3895 m
sommets de
KARKAS



- Qal Alluvions
- Qt Terrasses
- Qtr Travertins
- Pl5 Roches andésitiques
- Pl4 Conglo. volc.
- Pl3-2 Conglo. tufiques
- Pl1 Laves et tufs
- OM Calc. (F. de Qom)
- Oi Conglo. (F. de "L. Red")
- E7 Cal. Num. Vol. andés.
- E6 Tuf. Cal. Num.
- E5 Cal. Num. et Volc.
- E4-3 Cal. Num. Sch. Cong.
- E2 Marnes ou schistes
- E1 Conglo. marnes Num.

- K5 Schistes à Amm.
- K4 Calcaires argileux
- K3 Sch. à Ammonites, Orbitolines.
- K2 Calc. marnes à Am., Orbitolines.
- K1 Conglomérats rouges
- J1 Grès Formation de Shemshak
- J2 Cong. de Sch. Am. Het. (F. de Naiband)
- J3 Sch. Am. Het. (F. de Naiband)
- J2 Dol. calc. (F. de Shotori)
- J1 Grès bauxitiques

- Cal. Fos. I. Dol. (F. de Jamal)
- Grès cal. Brachio, Trilo. (F. de Padeha-Bahram)
- Grès, vol. (F. de "Niur")
- Dol. calc. (F. de Mila)
- Grès (F. de Lalun)
- Dol. (F. de Soltanich)
- Sch. (F. de Kahar)

- Grano-diorite de Koh-Rud du Pliocène
- Roches andésitiques et basaltiques de la montagne de Karkas, Tertiaire.

formations déposées au cours de cette première période se succèdent-elles, sinon en continuité, du moins en concordance apparente plus ou moins parfaite.

Ce n'est qu'à partir du Trias supérieur puis, avec une netteté plus grande, au Jurassique supérieur, à la fin du Crétacé et, surtout, durant tout le Tertiaire, que la région de Soh fut affectée par une succession d'orogénèses qui lui donnèrent sa structure actuelle.

La dualité de l'histoire orogénique de la région de Soh est accentuée, sur le plan proprement structural, par la différence de nature lithologique des formations qui y sont représentées. Ces formations constituent en effet deux ensembles lithologiques dont le comportement mécanique est nettement différent. Par leur nature essentiellement, ou même entièrement, gréseuse et carbonatée (dolomies et calcaires massifs), les formations allant de l'Infracambrien II (dolomies de Soltanieh) au Trias moyen (dolomies et calcaires de Shotori) constituent un ensemble éminemment rigide, épais de 4 200 m, tandis que celles allant du Trias supérieur (schistes, grès et calcaires de Naïband) au Miocène (calcaires et marnes de la formation de Qom) comportent un pourcentage très élevé de sédiments marneux et argilo-schisteux (environ 4 000 m, pour une épaisseur globale de 7 500 m) qui leur confère une grande plasticité.

Ce comportement mécanique différent, associé au fait qu'aucun mouvement orogénique véritable ne s'est fait sentir jusqu'au Trias moyen, fournit la clef de la structure générale actuelle de la région de Soh.

Ainsi que le montrent la carte géologique au 250 000ème et les figures 47 et 49, on est amené à reconnaître, dans la région, trois ensembles différents :

- un demi-dôme (soulèvement de Soh) constitué uniquement par des formations paléozoïques et du Trias inférieur et moyen ;

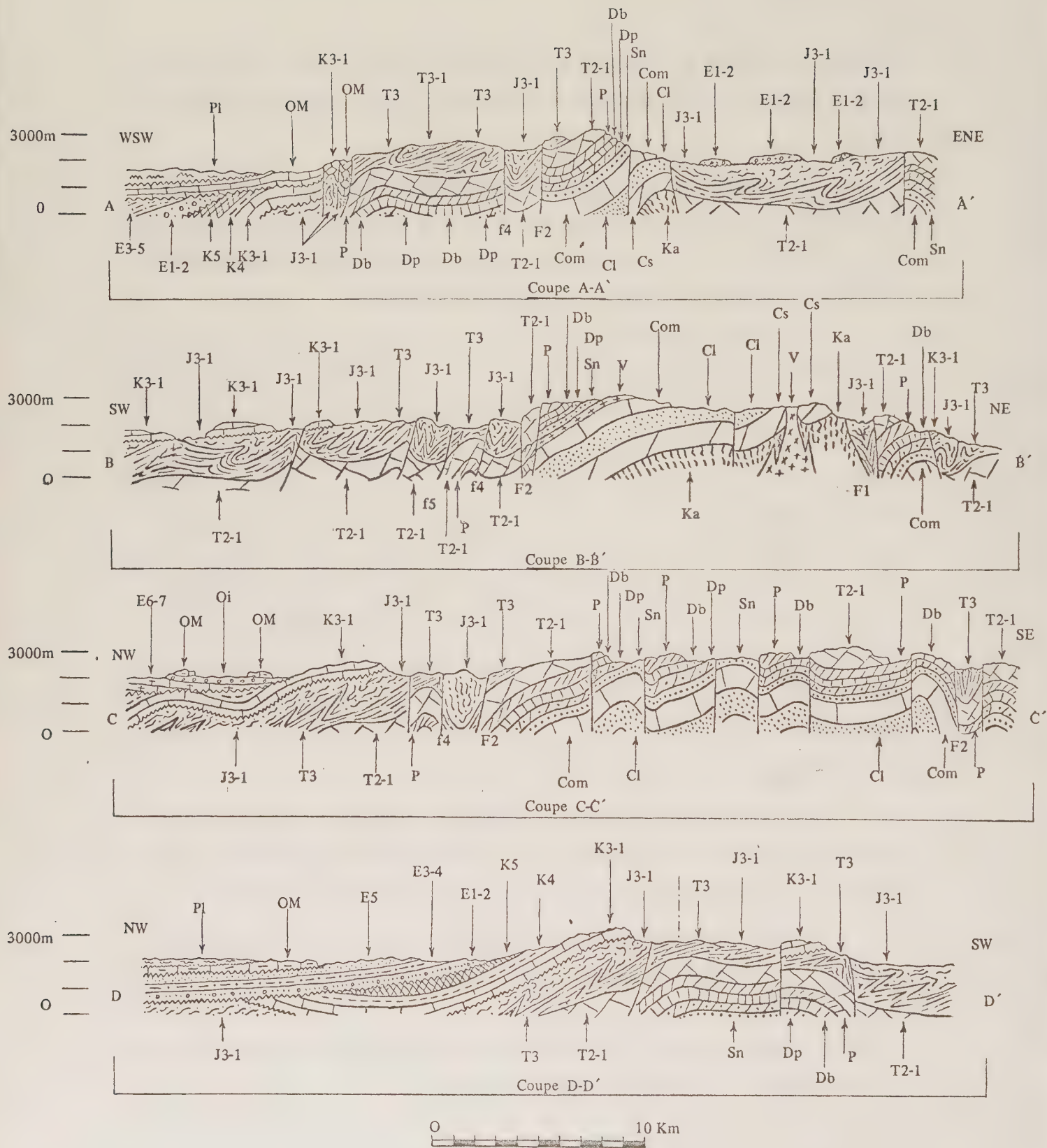


Fig. 47- Coupe structurales de la région de SOH (pour légende voir page suivante)

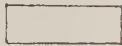
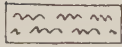
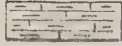
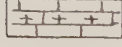
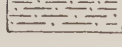
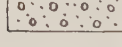
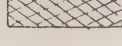
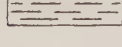
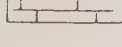
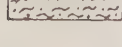
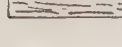
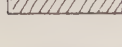
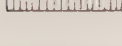
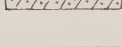
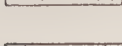
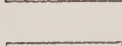
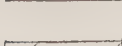
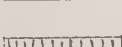
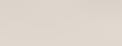
	Q	Quaternaire : travertins, éboulis et terrasses alluviales.
	Pl	Pliocène : conglomérats, laves et tufs.
	OM	Oligo - Miocène (Formation de Qom) : calcaires et marnes.
	Qi	Oligocène inférieur (Formation rouge inférieur) : conglomérats rouges.
	E6-7	Priabonien : alternance de calcaires et de laves.
	E5	Lutétien supérieur : conglomérats, tufo - laves et calcaires.
	E3-4	Lutétien inférieur : marnes blanchâtres ou schistes noirâtres.
	E1-2	Yprésien - Lutétien inférieur : conglomérats et calcaires marneux.
	K5	Albien : schistes et calcaires.
	K4	Gargasien : schistes et marnes.
	K3-1	Bédoulien : calcaires, marnes et conglomérats du base.
	J3-1	Lias (Formation de Shemshak) : schistes et grès.
	T3	Trias supérieur (Formation de Naiband) : schistes, grès et calcaires.
	T2-1	Trias inférieur et moyen (Grès d Abyaneh et Formation de Shotori) grès, dolomies et calcaires.
	P	Permien (Formation de Jamal) : dolomies et calcaires dolomitiques.
	Db	Dévonien moyen et supérieur (Formation de Bahram) : calcaires et calcaires dolomitiques.
	Dp	Dévonien inférieur (Formation de Padeha) : alternance de grès et de dolomies.
	Sn	Silurien (Formation de ' Niur ') : grès avec roches volcaniques basiques à la base.
	Com	Cambro - Ordovicien (Formation de Mila) : dolomies, calcaires, schistes et grès.
	Cl	Cambrien inférieur (Formation de Lalun) : grès.
	Cs	Infracambrien II (Formation de Soltanieh) : dolomies.
	Ka	Infracambrien I (Formation de Kahar) : schistes et roches volcaniques basiques.

Fig. 48 - Légende des coupes structurales de la région de SOH

- une zone effondrée complexe, couvrant le N et le NE de la carte, qui comporte essentiellement des formations mésozoïques et éocènes, mais dans laquelle affleurent également, à la faveur de failles, des témoins importants du Paléozoïque ;
- une zone occidentale et méridionale, correspondant à la couverture mésozoïque et cénozoïque fortement tectonisée du demi-dôme paléozoïque.

Demi-dôme paléozoïque (soulèvement de Soh)

Ce premier ensemble, dans lequel se situent les plus hauts sommets de la chaîne proprement dite de Soh, correspond à un brachyanticlinal fortement faillé dont l'envoyage en direction du SW et de l'W est accentué par une grande faille bordière semi-circulaire (F2 des figures 47 à 49) et qui est tronqué, en direction de l'E et du NE, par un grand accident marqué F1 sur les mêmes figures. Les assises les plus anciennes, appartenant à l'Infracambrien I et II, apparaissent au pied de la chaîne de Soh et dans le fond des grandes vallées entaillant son versant nord-oriental, tandis que les assises les plus jeunes, représentées par les dolomies et les calcaires du Trias inférieur et moyen, constituent l'essentiel du revers occidental et méridional de la même chaîne.

Les formations qui participent à la constitution de ce soulèvement présentent des pendages modérés qui n'excèdent pas 20 à 30°. Elles sont affectées par de nombreuses failles dont les directions SW-NE et S-N sont totalement différentes de celles des accidents que l'on observe dans les deux autres secteurs structuraux de la région d'étude. Si l'âge de ces failles ne peut pas être déterminé avec certitude, on peut toutefois penser que ces accidents sont les plus anciens de ceux ayant affecté la région de Soh. Sans doute, ces failles ont-elles pu rejouer jusqu'à une époque récente, puisque certaines d'entre elles se prolongent en dehors du brachyanticlinal paléozoïque et décrochent, ou tout au moins paraissent décrocher,

les accidents qui le limitent. Mais le fait que la plupart de ces failles n'affectent que les formations rigides du Paléozoïque et Trias inférieur et moyen témoigne en faveur de leur antériorité par rapport aux autres accidents de la région de Soh. Enfin, les interruptions et décalages horizontaux des accidents K1 et F2 ne résultent pas obligatoirement de décrochements postérieurs à ces accidents. Ils peuvent tout aussi bien résulter, ou même plus vraisemblablement, d'une adaptation de ces accidents aux fractures péalables du matériel paléozoïque rigide, les différents panneaux déterminés par celles-ci ayant été affectés de façon relativement indépendante par les accidents bordiers du brachyanticlinal lors de son soulèvement.

Des deux accidents qui limitent le brachyanticlinal, le plus important est l'accident F1 dont le rejet atteint 6 000 m dans la région de Mareh où il met en contact la formation liasique de Shemshak et l'Infracambrien. Il s'agit d'une faille normale, nettement inclinée en direction du NE, qui amène les assises du Lias ou même du Crétacé inférieur à surmonter, en un chevauchement apparent, les formations infracambriennes et cambriennes. L'accident F2, quoique encore important, a une amplitude beaucoup moins considérable (2 000 m au maximum) puisqu'il met au plus en contact du Crétacé inférieur et du Permien. Il s'agit d'une faille verticale ou subverticale, produite lors de la montée du brachyanticlinal paléozoïque, qui enveloppe celui-ci et en accélère l'envoyage. L'extrémité septentrionale de cette faille rejoint la faille F1 qu'elle décroche légèrement : on peut donc estimer qu'elle lui est un peu postérieure.

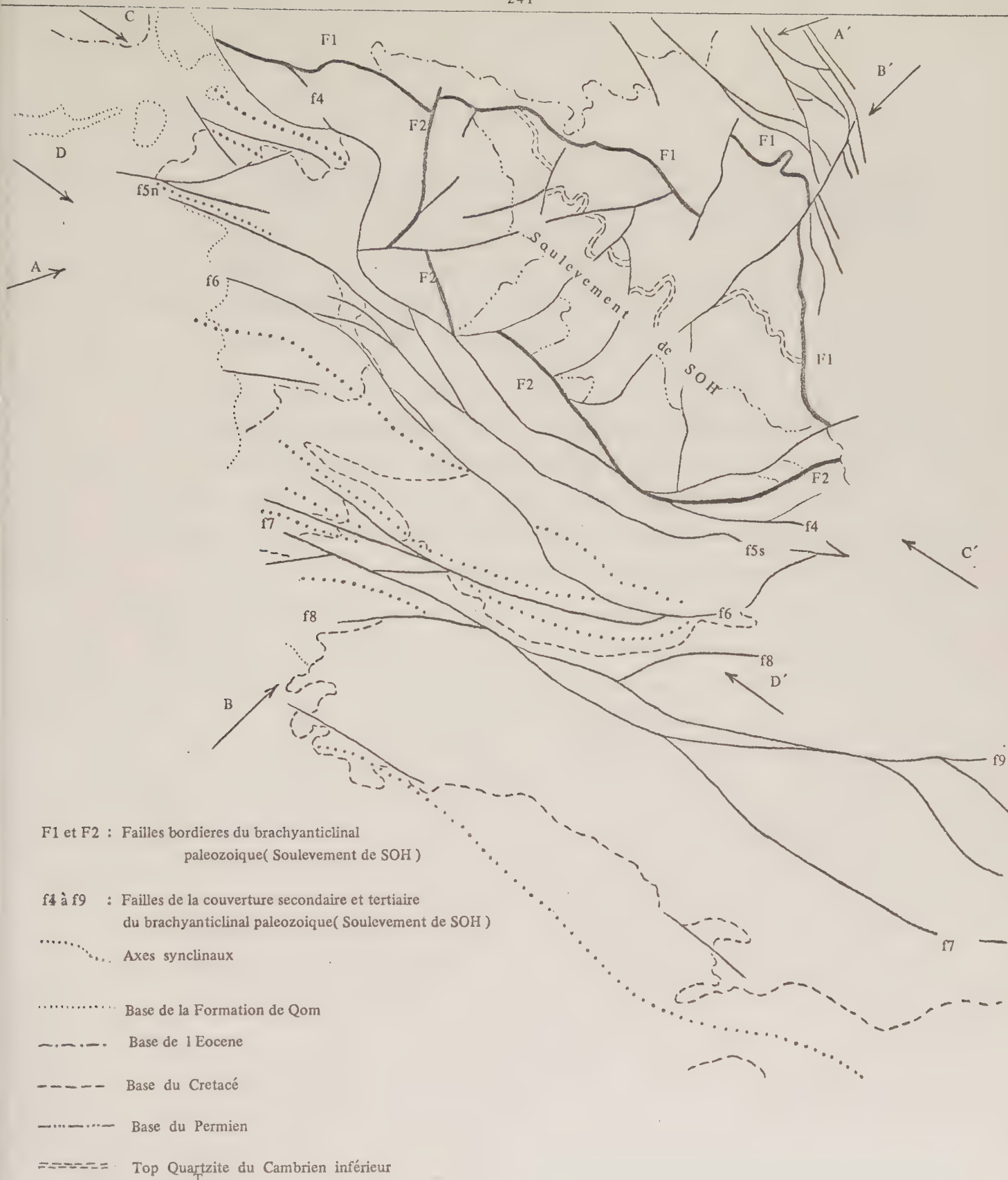
Les failles F1 et F2 n'affectent pas d'assises plus récentes que l'Eocène supérieur ; leur âge ne peut pas être déterminé avec précision. On peut penser toutefois qu'elles sont antérieures à la mise en place du massif volcanique, d'âge tertiaire, du Karkas, car la faille F2 s'interrompt au contact de celui-ci. Ces failles étant liées génétiquement au soulèvement du brachyanticlinal paléozoïque de Soh, le même âge peut être attribué à celui-ci.

Zone effondrée du NE

Ainsi que nous venons de l'indiquer, le soulèvement du demi-dôme paléozoïque a déterminé l'affaissement relatif de tout le secteur NE du territoire d'étude et a amené localement, par suite de l'inclinaison de la faille Fl, le Lias de la formation de Shemshak ou même le Crétacé inférieur à surmonter les assises du Paléozoïque inférieur. A l'intérieur même de ce secteur affaissé, de nombreuses failles de direction NW-SE et NNW-SSE déterminent une série de compartiments allongés qu'occupent, suivant le jeu des surélévations et des effondrements, du Lias ou du Trias, ou du Permien, ou même différents termes du Paléozoïque ancien. Plus au Nord et à l'Ouest, en approchant de la limite septentrionale de notre carte, l'Eocène largement développé représente le terme le plus jeune conservé dans cette zone effondrée. Il est peu ou non plissé, mais il est cependant recoupé par certaines des failles NW-SE affectant le Lias et le Paléozoïque affleurant plus à l'Est.

Zone occidentale et méridionale

Cette zone, qui couvre la majeure partie de la région étudiée, est occupée par les assises secondaires et tertiaires fortement tectonisées constituant la couverture du brachyanticlinal paléozoïque. Les plis et les failles qui l'affectent montrent une direction générale NW-SE qui est approximativement celle du Zagros. Ils résultent pour l'essentiel des mouvements orogéniques de la fin du Miocène, mais conservent parfois la trace des orogénèses antérieures. C'est ainsi que dans le secteur très complexe de Niaz-margh et de l'Ouest de Maravand, le conglomérat de base et les calcaires à polypiers de la partie inférieure de la formation oligo-miocène de Qom surmontent en transgression et discordance appréciable les schistes verdâtres et les calcaires à Heterastridium du Trias supérieur, tandis que ce même Oligo-Miocène est mis en contact par faille (f5n de la figure 49) avec les



A-A', B-B', C-C', D-D' : Tracé des coupes structurales de la Fig. 47

Fig. 49 - Carte structurale schématique de la région de SOH (Echelle : 1 / 250000)

calcaires à Orbitolines de l'Aptien et les marnes, conglomérats et calcaires à Alvéolines et Nummulites de l'Eocène.

La carte géologique au 250 000ème accompagnant ce mémoire n'illustrant pas avec assez de détail les accidents structuraux très nombreux et généralement complexes de ce secteur, nous nous contenterons d'en indiquer les très grands traits :

- 1 - On peut reconnaître tout d'abord, entre la faille F2 et les failles F4 et F5 de la figure 49, une zone de bordure assez peu plissée, essentiellement occupée par les formations de Naïband (Trias supérieur) et de Shemshal (Lias) qui constituent la couverture immédiate, abaissée par failles, du soulèvement paléozoïque.
- 2 - Un second secteur, d'étendue plus grande et de structure beaucoup plus complexe, correspond à toute la région comprise entre les failles F4 et F8. Il s'agit globalement d'une zone que l'on peut qualifier de synclinoriale, car les formations qui en occupent la plus grande surface appartiennent au Crétacé et au Tertiaire. Ces formations sont affectées par une succession de plis synclinaux et anticlinaux, d'orientation générale NW-SE, qui recoupent obliquement des grandes failles d'orientation peu différente. Les synclinaux les mieux individualisés, dont les axes ont été matérialisés sur la figure 49 par des lignes de points, sont au nombre de huit, le principal étant celui de Serakeh dans lequel ont été conservés, sous l'Eocène transgressif, le Gargasien et l'Albien. Tous ces plis sont affectés d'un net relèvement axial en direction du SE, de telle sorte que les assises tertiaires occupant le coeur des synclinaux sont localisées dans la partie NW du secteur d'étude, où elles confluent et où les plis perdent leur individualité.
- 3 - La zone synclinoriale précédente est suivie, au Sud de la faille F8, par une zone anticlinoriale dont l'élément principal est constitué par

un "horst" faillé de dolomies et de schistes, du Trias moyen et supérieur, compris entre les failles F9 et F7. Ce "horst" triasique se termine en pointe en direction de l'Ouest, par suite de la jonction de ses deux failles bordières, mais il est prolongé au-delà par les schistes et grès de la formation de Shemshak qui présentent, malgré les replis qui les affectent, une structure d'ensemble anticlinale.

- 4 - Enfin, un synclinal crétacé étendu, en grande partie masqué par les formations quaternaires de la plaine de Mourch-e-Khort, constitue la structure NW-SE la plus méridionale de notre secteur d'étude.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Nous nous sommes efforcés de décrire, dans les différents chapitres du présent mémoire, les événements successifs de tous ordres qui, de l'Infracambrien au Quaternaire, ont marqué l'histoire géologique de la région de Soh. Arrivés au terme de ce travail, nous pensons que cette histoire complexe, où stratigraphie, paléogéographie, orogénie et volcanologie se trouvent intimement associées, peut être divisée en dix périodes principales, correspondant aux formations ou groupes de formations entrant dans la constitution de cette région.

Ainsi que nous l'avons indiqué dans le premier chapitre de ce mémoire et dans celui consacré à la tectonique, les formations les plus anciennes reconnues dans la région de Soh reposent vraisemblablement, d'après les observations faites en dehors du territoire d'étude, sur un substratum métamorphisé et intensément plissé ayant subi les effets de "l'orogénèse assyntique" (huronienne), qui est la première orogénèse

reconnue en Iran. L'histoire de la région de Soh, dont nous allons rappeler les grandes lignes, ne peut donc être reconstituée que postérieurement à cette orogénèse.

1. Infracambrien

Cette première période se divise en deux sous-périodes correspondant respectivement à un Infracambrien I et à un Infracambrien II, dont l'ensemble constitue une mégaséquence positive. L'Infracambrien I, représenté par la formation schisteuse, avec coulées basaltiques, de Kahar, en constitue le terme terrigène ; il résulte de l'érosion ultime des reliefs créés par l'orogénèse assyntique et porte trace des dernières manifestations volcaniques liées à cette orogénèse. Les dolomies de Soltanieh, qui constituent l'Infracambrien II, en représentent, après une lacune dont la durée ne peut pas être évaluée, le terme océanogène ; elles témoignent de la cessation des apports terrigènes dans le bassin de sédimentation et, par conséquent, de l'arasion totale ou quasi-totale du continent bordier. La nature des sédiments indique, pour la formation de Kahar et pour celle de Soltanieh, un bassin de sédimentation vraisemblablement peu profond qui, durant l'Infracambrien II était sans doute occupé par une mer assez chaude et légèrement sursalée.

2 - Cambrien et Ordovicien

Cette seconde période, qu'une lacune sépare de la première, correspond elle aussi, sur le plan de la sédimentation, à une mégaséquence positive. Elle débute en effet par l'épaisse formation gréseuse de Lalun, correspondant approximativement au Cambrien inférieur, et se poursuit par la formation essentiellement dolomitique et calcaire de Mila, qui représente le Cambro-Ordovicien.

3 - Silurien et Dévonien

Une lacune accompagnée d'émersion, que souligne un important épanchement de roches basiques, sépare la période précédente d'une troisième période correspondant au Silurien et au Dévonien. Les sédiments accumulés durant cette dernière constituent à nouveau une mégaséquence positive dans laquelle trois termes peuvent être distingués : à la base, la formation entièrement gréseuse de "Niur" dont le faciès reproduit à peu de choses près celui de la formation de Lalun ; au milieu, la formation mixte de Padeha, représentée par une alternance de grès fin, de pélites et de dolomies ; au sommet, la formation calcaire et calcaréo-dolomitique, riche en Brachiopodes, de Bahram.

4 - Permien moyen et supérieur

Aucun témoin d'assises appartenant au Carbonifère et à la base du Permien n'existe dans la région de Soh et l'on est conduit à admettre l'existence d'une longue lacune de sédimentation durant toute la période allant du Dévonien supérieur pro parte au Permien moyen. Ainsi que nous l'avons déjà indiqué dans le chapitre VI, il est intéressant de souligner que cette importante lacune ne se traduit, du moins visiblement, ni par une discordance, ni même par des traces d'érosion et que le Permien surmonte en concordance apparente parfaite les derniers bancs de la formation dévonienne de Bahram. Toutefois, les calcaires et dolomies à Fusulines de la formation de Jamal, qui représentent le Permien, débutent par une assise verdâtre de 2 à 3 m qui, par sa constitution lithologique et sa composition chimique (voir p. 91 et p. 17), évoque une formation sidérolithique. Cette assise témoigne d'une émigration anté-permienne probable, dont il est malheureusement impossible d'évaluer la durée. Elle constitue le terme terrigène peu développé d'une quatrième mégaséquence positive binaire.

5 - Trias inférieur et moyen

Bien que la superposition du Trias au Permien soit apparemment concordante, une nouvelle lacune, très vraisemblablement accompagnée d'émersion, correspond dans la région de Soh au Permien terminal (Djulfien) et à la première moitié du Trias inférieur (Induen). Le Trias débute en effet par une cinquantaine de mètres de grès rougeâtres, comportant des éléments sidérolithiques à la base, qui peuvent être attribués à la seconde moitié du Trias inférieur (Olenekien = Scythien supérieur) et qui constituent la formation d'Abyaneh.

A ce premier terme détritique succède, dans une cinquième et dernière mégaséquence positive, un millier de mètres de dolomies puis de calcaires correspondant à la formation de Shotori.

Ainsi que nous l'avons indiqué dans le chapitre II de la deuxième partie de ce mémoire, traitant de la tectonique, la région de Soh n'a été soumise après l'orogénèse huronienne (assyntique), c'est à dire entre l'Infra-cambrien et le Trias moyen inclus, à aucune orogénèse véritable. Toutefois, les grandes séquences dont se composent l'ensemble du Paléozoïque et de la première partie du Trias et les lacunes plus ou moins importantes qui séparent ces séquences peuvent être regardées comme résultant des grandes phases orogéniques classiques ayant conduit dans d'autres régions du globe à la formation de chaînes montagneuses. Avec les réserves qu'imposent de telles assimilations, on peut admettre de la sorte que les lacunes séparant les cinq périodes définies ci-dessus sont les effets très atténués des phases algonkienne (?), calédonienne et hercynienne (phase majeure et phase ultime).

6 - Trias supérieur et Lias

La très rapide modification qui s'est produite dans la nature de la sédimentation, entre le Trias moyen dolomitique et calcaire et la très

puissante série principalement argilo-gréseuse du Trias supérieur (formation de Naïband) et du Lias (formation de Shemshak), peut être mise sur le compte, malgré l'absence de toute discontinuité stratigraphique, d'un changement profond des conditions paléogéographiques antérieures. Par comparaison avec les observations faites dans d'autres secteurs de l'Iran, ce changement peut être attribué à la phase orogénique du Cimmérien ancien, ou phase pré-andine, avec laquelle débute, lorsqu'on donne à ce terme son sens le plus large, l'histoire "alpine" de l'Iran.

7 - Aptien et Albien

Ainsi que nous l'avons indiqué aux chapitres X et XI, aucun témoin de Dogger, de Malm et de "Néocomien" sensu-stricto n'a pu être reconnu dans la région de Soh. S'il est possible d'hésiter sur la nature des facteurs ayant entraîné cette absence (non dépôt sans émergence ou avec émergence, dépôt suivi d'émergence et d'érosion), il est certain que la fin du Jurassique et le début du Crétacé ont correspondu à une phase orogénique "andine" (Cimmérien récent) et que, pour la première fois dans son histoire, la région de Soh a été soumise à des plissements véritables, accompagnés d'émergence et d'érosion.

Aussi, les assises par lesquelles se marque à l'Aptien inférieur (Bédoulien) le retour de la mer reposent-elles non seulement en transgression mais également en discordance angulaire plus ou moins marquée sur différents termes plissés du Lias et du Trias supérieur.

8 - Eocène

Le Crétacé supérieur (Cénomaniens à Sénonien inclus) est inconnu dans la région de Soh, de même que le Paléocène et le début de l'Eocène inférieur, et l'on ne peut pas indiquer ici encore avec assurance si cette absence est originelle ou si le Crétacé supérieur a correspondu au dépôt de

sédiments qui furent enlevés ultérieurement par érosion. Ce que l'on peut en revanche affirmer est que la région d'étude a été soumise une seconde fois, à la fin du Crétacé et au début de l'Eocène, à une phase orogénique véritable, génératrice de plissement, d'émersion et d'érosion, que l'on peut qualifier de phase "laramienne". Les premiers sédiments éocènes, datant de l'Yprésien ou du début du Lutétien, reposent en effet transgressivement, et en discordance angulaire plus ou moins accentuée, sur différents termes du Crétacé et du Lias.

De même que dans la majeure partie de l'Iran central et de l'Alborz, l'Eocène moyen et l'Eocène supérieur de la région de Soh comportent des assises volcaniques qui indiquent, jointes à l'existence d'une discordance au niveau du Lutétien supérieur, l'instabilité persistante du bassin de sédimentation et de ses bordures.

9 - Oligocène et Miocène inférieur

Durant la première partie de l'Oligocène, sinon à son tout début (voir p. 191 et 192), la première phase orogénique proprement alpine (au sens strict) affecta la région de Soh et en chassa momentanément la mer. Cette orogénèse provoqua la formation de reliefs dont les produits de démantèlement (galets, sables et argiles) constituent la formation continentale appelée "formation rouge inférieure".

Dans les secteurs où cette formation s'est déposée et a été conservée, elle surmonte en discordance plus ou moins marquée les différents termes de l'Eocène et de l'Aptien, et elle est surmontée à son tour, en concordance, par la formation marine transgressive de Qom qui correspond à l'Oligocène supérieur et au Miocène inférieur. Dans les secteurs où la "formation rouge inférieure" est absente, la formation de Qom surmonte directement, en transgression et discordance plus ou moins accusée, des assises appartenant à l'Eocène, au Crétacé et même localement (régions de

Niazmarh et W de Maravand) au Trias supérieur. C'est dire l'importance des plissements et des érosions qui ont précédé la transgression de l'Oligo-Miocène.

10- Pliocène

Les sédiments continentaux qui surmontent la formation de Qom marquent l'émersion définitive à laquelle la région de Soh fut soumise au début du Miocène supérieur. Cette ultime émigration, déterminée par la seconde phase orogénique alpine, n'a sans doute donné naissance dans la région de Soh qu'à des reliefs relativement modérés car, si le Pliocène y comporte de nombreuses assises de conglomérats, on ne connaît pas dans la région étudiée les énormes accumulations de produits de démantèlement et les puissants dépôts évaporitiques qui, sous le nom de "formation rouge supérieure", représentent le Mio-Pliocène dans d'autres régions de l'Iran central. De même, les déformations structurales produites par cette orogénèse ont dû demeurer relativement modestes car la discordance existant entre le Pliocène et les formations antérieures est peu perceptible ou tout au moins modérée..

En revanche, le Pliocène a été une période durant laquelle la région de Soh et les régions avoisinantes ont connu un renouveau d'activité volcanique important. Cette activité a été particulièrement intense à la fin du Pliocène, lors de l'ultime phase orogénique alpine. C'est en effet à ce moment que se produisit la montée du magma acide qui, en dehors mais au voisinage de la région de Soh, détermina la mise en place, au N, au NE et à l'E du secteur d'étude, des trois masses granodioritiques de Koh-Rud, du N d'Hanjani et de l'W de Natanz. C'est au prolongement de cette dernière phase orogénique que l'on doit attribuer, dans la région de Soh, le rejeu de certaines failles affectant les travertins quaternaires et, dans l'ensemble de l'Iran, les activités volcaniques récentes et les tremblements de terre qui endeuillent encore notre pays.

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - ABAIE I. et al. (1963) - History and development of the Alborz and Sarajeh fields of Central Iran (with discussion) : World Petrol. Congr. 6th, Frankfurt-am-Main, Proc., sec. 1, p. 697-713 (1964) ; also, 1964, B. Iran Petrol. Inst., n° 15 (june) p. 561-574.
- 2 - AGABABOFF J. (1923) - Les gisements pétrolifères de l'Asie mineure, de la Perse et des régions limitrophes. Rev. pétrolif., n° 49 (27 octobre), p. 13-14.
- 3 - ALAVI M. et FLANDRIN J. (1970) - La limite paléogéographique des domaines de l'Elbourz et de l'Iran central dans la région de Djam (département de Semnan, Iran). C.R. Acad. Sc. Paris, t. 270, p. 1424-1426, sér. D.
- 4 - ALAVI M. et BARALE G. (1970) - Etude préliminaire de la flore de la formation de Shemshak dans la région de Djam (Iran). Extrait du Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon, 39ème année, n° 8, p. 241-252.
- 5 - ALAVI M. et al. (1968) - Geology of western part of Takab Quadrangle. Geological Survey of Iran, Geol. Note n° 49, with map 1/100.000 (unpublished), 91 p.
- 6 - ALAVI M. and BOLOURCHI H. (1969) -Geology of the Makou area. Geol. Survey of Iran (en préparation).
- 7 - ALAVI M., EFTEKHAR-NEJAD J. et al. (1970) - Explanatory text of the Zanjan Quadrangle map, 1/250.000. Geol. Survey of Iran. Quad. Map n° D4, 61 p.
- 8 - ALETAN G. et al. (1969) - Problems in the Benefication of some Iranian ores. Geol. Survey of Iran, Rept. n° 15, 108 p.
- 9 - ALIPOUR K. and HAERI H.Y. (1961) - The geology of bituminous coal of Iran. CENTO Symp. Coal. Zongudulak. Turkey p. 78-96.
- 10- ALIPOUR K. and HAERI (1961) - The practice of coal mining in Iran. CENTO Symp. coal, Zongudulak, Turkey, p. 159-167.

- 11 - ALLENBACH P. (1966) - Geology und Petrologie des Damavand und Seiner Ungelung (Zentral Elburz), Iran. Thèse n° 3605, Zürich, 145 p.
- 12 - ALTINILI E. et al. (1964) - Correlation of Cretaceous system in Turkey, Iran and Pakistan. Rept. 2nd Field Symp. CENTO Stratigr. working Group, 42 p.
- 13 - ANSARI H.J. (1965) - Geology of southern Meyaneh basin in Azarbayjan, Iran. Am. Assoc. Petrol. Geol. B., v. 49, n° 1, p. 88-97 ; News letter, n° 87, p. 1-13.
- 14 - ARAMBOURG C. (1939) - La phase terminale du Nummulitique en Perse occidentale. C.R. Sem. Soc. géol. Fr., Paris, p. 208-211.
- 15 - ASSEFI R (1962) - Glass sand in Iran. CENTO Symp. Ind. Rocks and Miner. Lahore, p. 70-71.
- 16 - ASSEFI R. (1962) - Limestone and Marble in Iran. CENTO Symp. Ind. Rocks and Miner., Lahore, p. 172-176.
- 17 - ASSEFI R. (1965) - Benefication of an oxidized lead and zinc ore from the Angooran mine, Iran. M. Engng. Thesis, Nova Scotia Tech. Coll., 70 p.
- 18 - ASSERETO R. (1963) - The Paleozoic formations in Central Elburz (Iran) (Preliminary note). Riv. ital. Paleont. Stratigr., Milano, vol. LXIX, n° 4, p. 503-543.
- 19 - ASSERETO R. (1966) - The jurassic Shemshak formation in Central Elburz (Iran), Riv. ital. Paleont. Stratigr., Milano, vol. LXXII, n° 4, p. 1133-1182.
- 20 - ASSERETO R. (1966) - Explanatory Notes on the Geological map of Uper Djadjerud and Lar Valleys (Central Elburz, Iran), scale 1/50.000, with explanatory notes. Ist. Geol. Univ. Milano, Publ., n° 232, sér. G. 86 p.
- 21 - ASSERETO R., BARNARD P.D.W., FANTINI SESTINI N. (1968) - Jurassic stratigraphie of the Central Elburz (Iran). Inst. Geol. Univ. Milano, ser. G., Publ. n° 252, p. 21.
- 22 - BAILEY E.B., JONES R.C.B. and ASPIA S. (1948) - Notes on the geology of the Elburz mountains, north-east of Tehran, Iran. Q.J. Geol. Soc. Lond., vol. 104, pt. I, n° 413, p. 1-42.

- 23 - BARIAND P. (1962) - Contribution à la minéralogie de l'Iran : (In.)
Thèses, Univ. Paris, Faculté des Sciences, Sér. A, n° 980 ;
p. 2-64 ; 1963, B. Soc. fr. minér. Cristallogr., V. 86, n° 1,
p. 17-64.
- 24 - BARIAND P. (1963) - Une nouvelle espèce minérale : l'iranite, chromite
hydraté de plomb : B. Soc. fr. minéra. cristallogr., V. 86,
n° 2, p. 133-135.
- 25 - BARIAND P., ISSAKHANIAN V. and SADRADEH M. (1965) - Preliminary metal-
logenic map of Iran : Geol. survey Iran Rept. n° 7, 47 p.
- 26 - BARNARD P.D.W. (1965) - The geology of the upper Djudjerud and Lar
walley (north Iran) ; II, Paleontology, flora of the Shemshak
Formation ; part 1. Liassic plants from Dorud : Riv/ ital.
Paleont. stratigr., v. 71, n° 4, p. 1123-1156.
- 27 - BAZIN D. and HÜBNER H. (1969) - Copper deposits in Iran, Geol. Survey
of Iran. Rept. n° 13, 232 p.
- 28 - BITTNER A. (1899) - Triassic Brachiopoda and Lamellibranchiata : Hima-
layan fossils. Paleont. Indica, Calcutta, Sér. XV, Vol. III,
Pt. 2 76 p.
- 29 - BLANCHARD R. (1929) - l'Iran : Géogr. Univers., v. 8; p. 128-170.
- 30 - BOBEK H. (1934) - Reise in Nordwest Persien zeitschr. d. Ges. f. Erdk.,
Berlin, p. 359-369.
- 31 - BOBEK H. (1955) - Klima und Landschaft Irans in Vor-Und frühgeschichtli-
cher zeit, Geogr. Jahresbericht aus Österreich, Geogr. Inst.
d. Univ. Wien, XXV, Bd. 42 p.
- 32 - BOBEK H. (1959) - Features and Formation of the Great Kanir and Masileh.
Arid zone Research Centre, Univ. of Tehran, Publ. n° 2, 63 p.
- 33 - BOBEK H. (1961) - Die salzwüsten Irans als Klimazeugen. Amzeiger d. phil.
hist. Klasse d. österr. Akad. d. wiss., Jahrg n° 3.
- 34 - BOECKH H. de, LEES G.M. and RICHARDSON F.D.S. (1929) - Contribution to
the stratigraphy and tectonics of the Iranien ranges, p. 58-
176, in Gregory J.W. Editor, structure of Asia : London, Me-
thuen, x II, 227 p.

- 35 - BOGDANOVITCH C. (1887) - Compte rendu préliminaire sur les recherches orogéologiques dans la partie montagneuse de la Perse : *IZV. Geol. Kom.*, V. 6, p. 66-103.
- 36 - BOGDANOVITCH C. (1889) - Notes sur la géologie de l'Asie centrale. Description de quelques dépôts sédimentaires de la contrée transcaspienne et d'une partie de la Perse septentrionale : *Zap. Ross. gidrol. inst.*, ser. 2, V. 27, p. 133.
- 37 - BONNET P.M. (1912) - Sur le Permien et le Trias du Daralagöz : *C.R. Séanc. Acad. Sci. Paris*, V. 154, p. 1741-1743.
- 38 - BONNET P.M. (1923) - Sur l'existence du Silurien et du Dévonien inférieur en Transcaucasie méridionale : *C.R. Séanc. Acad. Sci.*, Paris, V. 176, p. 319-320.
- 39 - BONNET P.M. and BONNET N. (1910) - Sur l'existence du Trias et du Mésosjurassique aux environs de Djoulfa (Transcaucasie méridionale): *C.R. Séanc. Acad. Sci. Paris*, V. 150, p. 746-748.
- 40 - BOZORGNIA F. (1966) - Qum Formation stratigraphy of the Central Basin of Iran and its intercontinental position : *B. Iran Petrol. Inst.* n° 24, p. 69-76.
- 41 - BOZORGNIA F. and BANAFI S. (1964) - Microfacies and microorganisms of Paleozoic through tertiary sediments of some parts of Iran : *Nath. Iran oil Co, Tehran*, 22 p. (157 plates).
- 42 - BOZORGNIA F. and KALANTARI A. (1965) - Nummulites of parts of Central and East Iran (a thin section study) : *Natn. Iran Oil.Co.*, 28 p.
- 43 - BRAVO T. (1959) - Consideraciones sobre el Elburz. *Estud.geol.*, Madrid Vol. 15, n° 41-45, p. 77-91.
- 44 - BRITISH PETROLEUM COMPAGNY (1956) - Geological maps and sections of south-west Persia. Prepared for inter. Geol. Congr. 20 th. Mexico City, 20 p.
- 45 - BUSSON G. (1968) - "La sédimentation des évaporites" in *Mém. Muséum national d'Hist. nat.*, n.s., Sér. C., t. XIX, fasc. 3.
- 46 - CIRY R. (1955) - Les milieux marins fossiles. *Bull. Inst. Océanographique*, Monaco, n° 1055, 18 p.
- 47 - CLAPP F.G. (1930) - Tehran and the Elburz. *Geogr. Rev.*, V. 2, p. 69-85.

- 48 - CLAPP F.G. (1938) - Geology in eastern Iran (abs). Geol. Soc. Am. B. V. 49, n° 12, Pt. 2, p. 1873.
- 49 - CLAPP F.G. (1940) - Geology of eastern Iran. Geol. Soc. Am. B., V. 51, n° 1, p. 1-101.
- 50 - COTILLON P. (1968) - Le Crétacé inférieur de l'arc subalpin de Castellane entre l'Asse et le Var. Stratigraphie et sédimentologie. Thèse n° 525. Lyon, 108 p.
- 51 - DAVOUDZADEH M. (1969) - Geologie und Petrographie des Gebietes nordlich von Nain, Zentral Iran. Abhandl. Erlang. würde Naturwissensch. E.T.H., Zurich, p. 1-91.
- 52 - DAVOUDZADEH M., SEYED EMAMI K. and AMIDI M. (1969) - Preliminary note on a newly discovered Triassic section north east of Anarak (Central Iran), with some remarks on the age of the metamorphism in the Anarak region. Geol. Survey Iran, note n° 51, 23 p.
- 53 - DEDUAL E. (1967) - Zur Geologie des mittleren und untern Karaj - Tales Zentral Elburz (Iran). Dissertation. Zurich, 123 p.
- 54 - DEHGHAN M. (1947) - Sur l'âge mésozoïque de la zone de Hamadan (Iran septentrional). C.R. Acad.Sc. Paris, V.224, n°21, p. 1516-1518.
- 55 - DELLENBACH J. (1964) - Contribution à l'étude géologique de la région située à l'Est de Tehran, Iran. Ph. D. Diss. Univ. Strasbourg, 117 p.
- 56 - DIENER C. (1895) - Himalayan fossils, the Cephalopoda of the Muschelkalk. India Geol.Surv., Mem.Paleont.Indica, Ser.15,2,p. 118, Pls. 23.
- 57 - DIENER C. (1897) - Himalayan fossils, The Cephalopoda of the lower Trias, India Geol. Surv. Mem.Paleont. Indica, Ser. 15, 2, p. 23.
- 58 - DIENER C. (1907) - Fauna of the Himalayan Muschelkalk, India Geol. Surv. Mem. Paleont. Indica, Ser. 15, 5, p. 140, Pls. 17.
- 59 - DIENER C (1908) - Ladinic, Carnic, and Noric Faunes of Spiti. Pal. Indica. Ser. 15, V. V, n° 3.
- 60 - DIENER (1912) - The Trias of the Himalayas'. Mem. Geol.Surv. India, V.XXXVI Pt. 3.
- 61 - DIEDRICH W.O. (1927) - Contributions to Persian Paleontology Kuphus arenarius. Holiwell Press and APOC, London, 5 p.

- 62 - DOUGLAS J.A. (1927) - Contributions to Persian Paleontology Kuphus arenarius. Holiwell Press and APOC, London, 5 p.
- 63 - DOUGLAS J.A. (1929) - Anarine Triassic fauna from eastern Persia.Q.J. Geol. Soc. Lond., V. 85, Pt.4 ; n° 340, p. 624-650.
- 64 - DOUGLAS J.A. (1950) - The Carboniferous and Permian faunas of south Iran and Iranian Baluchistan. Mem. Geol. Survey. India Paleont. indica. n.s., V. 22, Mem. n° 7, 57 p.
- 65 - DOUVILLE H. (1900) - Les explorations géologiques de M.J.de Morgan en Perse. Congr. Geol. Inter., 8th, Paris, Fa.1, p. 439-446.
- 66 - DOUVILLE H. (1902) - La faune du terrain nummulitique de Soh (Perse)entre Kachan et Isphahan. C.R. Somm. séanc. Soc. Géol. Fr. p.65-66
- 67 - DOUVILLE H. (1904) - Les explorations de M.de Morgan en Perse. B.Soc. Géol. Fr., Ser. 4, V. 4, n° 4, p. 539-553.
- 68 - DOUVILLE H. (1904) - Mission scientifique en Perse par J.de Morgan, Tome 3, Etude géologique, partie IV. Paleont. Mollusques Fossiles par H. Douville, Paris, p. 191-480.
- 69 - EFTEKHAR-NEJAD J., NABAVI M.H. and VALEH N. (1965) - Geology of Tarom-Talesh area. Geol. Surv. Iran, n° 16, 24 p. with map 1/100000 (unpublished).
- 70 - EFTEKHAR-NEZHAD J., HAGHIPOUR A., DAVOUDZADEH M. - Rapport sur les effets de tremblement de terre dans la région de Khorasan (en Farsi). Service géologique d'Iran, 35 p.)
- 71 - EFTEKHAR-NEZHAD J., ZAHEDI M. and HAGHIPOUR A. (1965) - Geology of Boshruyeh area. Geol. Surv. Iran, Geological note n° 17,p.1-13.
- 72 - EGHBALI A (1960) - Géologie structurale (Tectonique). Cartes géologiques. Publ. Univ. Tehran. n° 606, p. 1-207.
- 73 - EMAMI K.S. (1967) - Zur Ammoniten-Fauna und Stratigraphie der Badamu-Kalke bei Kerman, Iran (jura, oberes untertoarcium bis mittheres Bajocium). Ph. D. Diss., Univ. München, 100 p.
- 74 - EMAMI K.S. (1968) - The Badamu Formation North West of Kerman (Iran). Geol. Surv. Iran, Geol. note n° 45.
- 75 - FANTINI-SESTINI N. and GLAUS M. (1966) - Brachiopods from the upper Permian Nesen Formation (North Iran). Riv. ital. Paleont. Stratigr., V. 72, n° 4, p. 887-923.

- 76 - FARCHAD F. (1959) - Géologie stratigraphie (Ere primaire). Publ.Univ. Tehran, n° 530, 303 p.
- 77 - FARCHAD F. (1960) - Géologie Stratigraphie (Ere secondaire). Publ.univ. Tehran, n° 593, 215 p.
- 78 - FARCHAD F. (1965) - Géologie Stratigraphie (Ere tertiaire). Publ. Univ. Tehran , n° 980, 196 p.
- 79 - FARCHAD F. (1965) - Géologie Stratigraphie (Ere quaternaire). Publ. Univ. Tehran, n° 1034, 193 p.
- 80 - FARCHAD F. (1957) - Géologie Paléontologie. Publ. Univ. Tehran, n° 446, 296 p.
- 81 - FARCHAD F. and SAHARI Y. (1946) - La présence d'un éléphant dans le Quaternaire de l'Iran.C.R. séanc.Soc.géol.Fr.,V.1946,n°15,p.304-305.
- 82 - FLANDRIN J. (1933) - Sur la présence du genre Assilina dans l'Eocène supérieur de l'Algérie. Bul. Carte géol.d'Algérie, 2ème série, fasc. 2, Alger, p. 147-150.
- 83 - FLANDRIN J. (1935) - Paléogéographie algérienne à l'Eocène moyen.C.R. Acad. Sci., t. 201, p. 403.
- 84 - FLANDRIN J. (1937) - L'Albo-Aptien de la région littorale Kabyle, etc. (Dt. d'Alger). Soc.Géol. Fr., n° 3, p. 35.
- 85 - FLANDRIN J. (1938) - Contribution à l'étude paléontologique du Nummulitique algérien. Matér. Carte géol. Algérie, 1ère Série ; Paléontologie, n° 8, 158 p.
- 86 - FLANDRIN J. (1955) - La géologie du Pétrole. "Revue Inst.français du Pétrole"., 250 p.
- 87 - FLANDRIN J. (1963) - Remarques stratigraphiques, paléontologiques et structurales sur la région de Séderon. Bull. Serv.carte géol. Fr., t. LIX, n° 272, p. 1-30.
- 88 - FLÜGEL H. (1962) - Korallen aus dem silur von Ozbak-kuh (NE Iran). Ib. Geol. Budesanst., V. 105, p. 28-300.
- 89 - FLÜGEL H. (1964) - The geology of the upper Djadgerud and Lar valley (N Iran). II Paleontology, Permian Corals from the Ruteh Limestone. Riv.ital. Paleont. Stratigr., V. 70, n° 3, p.403-432.

- 90 - FLUGEL H., and RUTTNER A. (1962) - Verbericht uber Palaontologisch-stratigraphische Untersuchungen im Palaeozoikum Von Ozbak-Kuh NE Iran) : Verh. Geol. Bundesanst., V. 2, n° 1, p. 146-150.
- 91 A - FOROUGHI B. (1963) - Geology of the iron deposits of the Persian Gulf area. CENTO, symp. Iran ore, Isphahan, p. 87-94.
- 91 - FRECH F. (1900) - Zur kenntnis des mittleren Palaeozoikums in Hocharmenien und Persien. Beitr. Palaont. Geol. Ost. -Ung., V. 12, p. 183-207.
- 92 - FRECH F. (1915) - Der Kreigsschauplatz der turkisch-Persischen Grenze und seine, Erdolvorkommen. Geogr. Z., V. 21, p. 483-496.
- 93 - FRECH F. and ARTHABER B. VON (1900) - Über das Palaeozoikum in Hocharmenien und Persien. Beitr. Palaont. Geol. Ost. Ung., V. 12, n° 4, p. 192-198.
- 94 - FRECH F. and ARTHABER G. VON (1900) - Über das Palaeozoikum in Hocharmenien und Persien, mit einem Anbang, uber die kriede von Sirab in Persien. Mitt. Palaont. Inst. Univ. Wien, V. 12, n° 4, p. 161-308.
- 95 - FURON R. (1936) - Premiers résultats d'une exploration géologique du grand désert iranien. C.R. Séanc. Acad. Sci. Paris, 203, n° 9, p. 494-496.
- 96 - FURON R. (1937) - La géologie du Plateau iranien (Perse, Afghanistan, Beloutchistan). Rev. gén. sci. Pur. appl., v. 48, n° 2, p. 36-43.
- 97 - FURON R. (1937) - Sur la structure du Plateau iranien ; évolution des zones géosynclinales ; axes tectoniques (abs). Inter. Géol. Congr. 17th, Moscow, Rept., v. 2, p. 649.
- 98 - FURON R. and MARIE P. (1939) - Sur la microfaune des marines aquitaniennes à lépidocyclines de Qum (Perse). C.R. Séanc. Soc. géol. Fr., v. 1939, Pt. 6, p. 79-80.
- 99 - GANSSER A. (1955) - New aspects of the geology in Central Iran (with discussion). World Petrol. Congr., 4 th, Rome, sec. I, p. 273-300 ; abs, 1955, Petrol. Times, v. 59, n° 1506, p. 434 ; abs., 1955, World Petrol., v. 26, n° 6, p. 162.
- 100 - GANSSER A. (1957) - Die geologische Erforschung der Qum Gegend, Iran. B. Verein. Schweiz. Petrol. Geol. u.-Ing., v. 23, n° 65, p. 1-16.
- 101 - GANSSER A. (1964) - Geology of the Himalayas. John Wiley & sons (inter-science Publishers), New-York-London-Sidney, 289 p.
- 102 - GANSSER A. and HUBER H. (1962) - Geological observations in the Central Elburz, Iran. Schweiz. miner. Petrogr. Mitt., V. 42, n° 2, p. 583-630.

- 103 - GLAUS M. (1964) - Trias und oberperm im Zentralen Elburz (Persien). *Eclog. geol. Helv.*, v. 57, n° 2, p. 497-508.
- 104 - GLAUS M. (1965) - Die Geologie des Gebietes nördlich des Kandevan-Passes (Zentral Elburz), Iran. *Mitt. Geol. Inst. Eidgen. Tech. Hochschule U. Univ. Zürich*, N.F. 48, 165 p. C
- 105 - GREGORY J.W. (1929) - The structure of Asia. J.W.G., ed.). Methuen & Co, Ltd., London, 228 p.
- 106 - HAERI Y (1962) - The position of industrial minerals of Iran. *CENTO Symp. Ind. Rocks & miner.*, Lahore, p. 13-20.
- 107 - HAGHIGHI A. (1963) - Geology of Shamshad and Tchigart iron ore deposits. *CENTO Symp. Iron ore*, Isphahan, p. 81-85.
- 108 - HADJIAN J. (1970) - Geologie de la région de Tafresh, NW de l'Iran Central). *Thèse Lyon*, n° 664, 295 p.
- 109 - HARRISON J.V. (1930) - The geology of some salt plugs in Laristan (Southern Persia). *Q.J. Geol. Soc.Lond.*, v. 86, Pt.4, n° 344, p. 463-522.
- 110 - HARRISON J.V. (1937) - The Permian of South Iran. *Inter. Geol. Congr. 17th*, Moscow, *Abs. Papers*, p. 84.
- 111 - HARRISON J.V. (1938) - An ancient landslip at said marreh in South western Iran. *J. Geol.*, v. 46, n° 3, Pt 1, p. 296-309.
- 112 - HIRAYAMA K., SAMIMI M., ZAHEDI M. and HUSEMAND A. (1966) - Geology of the Tarom district, western part (Zanjan area, Northwest Iran). *Geol. Surv. Iran, Rept.* n° 8, 31 p.
- 113 - HUCKRIEDE R., KURSTEN M. and VENZLAFF H. (1962) - Zur Geologie des Gebietes zwischen Kerman und sagand (Iran). *Geol. Jb.*, suppl. 51, 197 p.
- 114 - JAMES G.S. and WYND J.G. (1965) - Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement area. *Am. Assoc. Petrol. Geol. B.* V. 49, n° 12, p. 2182-2245.
- 115 - KALANTARI A. (1969) - Foraminifera from the middle jurassic-cretaceous succession of Koppet-Dagh region (NE Iran). *National Iranian Oil Company Geological Laboratories. Publication* n°3, p. 298.
- 116 - KHADEM N. (1964) - Summary of base metal resources of Iran. *CENTO Symp. Min. Geol. & Base Metals*, Ankara, p. 71-83.

- 117 - KHADEM N (1964) - Types of copper ore deposits in Iran. *CECIBO Symp. Min. Geol. & Base Metals*, Ankara, p. 101-115.
- 118 - KHAIN V.E. (1964) - Elbourz occidental et dépression de l'Iran central; in Bogdanoff A.A., Mouratov M.V. and Schatski N.X., *Tectonique de l'Europe : inter. Geol. Congr., 21st, Moscow, Subcom. for tectonic map of world*, p. 237-238.
- 119 - KHAN M.H. (1956) - Punjab saline series, p. 213 in Holland, T.H. and Cotten G.de P., *Lexique stratigraphique international, volume 3, Asia, Fascicule 8 a, India, Pakistan, Nepal, Bhutan. International. Geol. cong., comm. stratigraphy (Paris)*, 281 p.
- 120 - KING W.B.R. (1930) - Notes on the Cambrien fauna of Persia. *Geol. Mag.*, V. 67, n° 793, p. 316-327.
- 121 - KING W.B.R. (1937) - Cambrien trilobites from Iran (Persia). *Mem. Geol. Survey India ; Palaont. indica, n.s.*, V. 22, mem.n° 5, 22 p.
- 122 - KING W.B.R. and FALCON N.L. (1956) - Cambrien of Persia. *Inter. Geol. Congr., 20th, Mexico City, Symp. El sistema Cambrico*, V. 3, p. 410-413 (1961).
- 123 - KRUMBECK L. (1921) - Die Brachiopoden, Lamellibranchiaten & Gastropoden der Trias von Timor *Paläontologie von Timor*, V.X, p.XIII et V. XIII p. 22 (1924).
- 124 - KUMTEL B. and ERBEN H.K. (1963) - Lower and Middle Triassique Cephalopod from Afghanistan, *Abt. 2, 129, Liefg.4-6*, p. 95-148, Pls.19-24.
- 125 - LORENZ G. (1964) - Die Geologie des oberen Karadj-Tales (Zentral-Elburz), Iran. *Ph. D. Diss., Univ. Zürich*, 113 p.
- 126 - MECQUENEM R. de et DOUVILLE H. (1908) - Sur les céphalopodes jurassiques du lac d'Ourmiah (Perse occidentale). *B.Soc.géol.Fr., sér. 4*, V. 8, n° 5, p. 303-304.
- 127 - MOHAFAZ S. and MOSHTAGHIAN A. (1963) - Geology and oil possibilities of Khur-Jandagh-Biabanak Area. *N.I.O.C., Geol. Rep.* 250.
- 128 - MORGAN J. de (1905) - Mission scientifique en Perse. Vol. 3, Pt. 1, *Géologie stratigraphique*. E. Leroux, Paris, 134 p.
- 129 - MORGAN J. de (1905) - Note sur la géologie de la Perse et sur les travaux paléontologiques de M.H. Douvillé sur cette région. *B. Soc. géol. Fr., sec. 4*, V. 5, n° 2, p. 170-189.

- 130 - MORTON D.M. (1959) - The Geology of Oman. World Petrol. Congr., 5th. New York, Proc., sec. 1, Paper 14, p. 277-294.
- 131 - NABAVI M.H. (1963) - The Bagh Gowmish gypsum mine (SE Teheran, Iran) Geol. Surv. Iran (inedit).
- 132 - NATIONAL IRANIAN OIL COMPANY (1959) - Geological map of Iran, 1/2.500.000, with explanatory notes. Natn. Iran Oil Co, Tehran, 20 p.
- 133 - NOTES to accompany 1/250.000 Geological Maps of South-West Iran.
- 134 - OVECHKIN N.K. (1958) - Structure géologique de l'U.R.S.S. (Rédacteur-responsable : MARKOVSKY A.P.), Institut de Recherches des Sciences géologiques, Ministère de la Géologie et de la Protection du sous-sol, Tome I, Stratigraphie, Traduction en français : Pietresson de Saint-Auben et J. Roger. Fascicule 3, Paléozoïque, p. 185-503; 4, Mésozoïque, p. 504-651 ; 5, Cénozoïque, p. 652-735, Paris 1959.
- 135 - PASCOE E.H. (1959) - A manual of the geology of India and Burma : 3rd ed., Calcutta, Government of India Press, V. 2, 1343 p.
- 136 - PILGRIM G.E. (1924) - The geology of the parts of the Persian Province of Fars, Kirman & Laristan. Mem. Geol. Surv. India, Vol. XIVIII, p. 2.
- 137 - G. RICHTER-BERNBURG (1953) - "Über salinase Sedimentation" in Zeits. deutsch.geol. Gesel., 105, pp. 593-645, 30 fig., Hanovre.
- 138 - RIEBEN H. (1966) - Geological observations on alluvial deposits in northern Iran. Geol. Survey Iran Rep. n° 9, 40 p.
- 139 - RIVIERE A. (1932) - Contribution à l'étude du Jurassique dans l'Elbourz central. C.R. séanc. Acad. Sci. Paris, V. 195, p. 540-542.
- 140 - RIVIERE A. (1932) - Contribution à l'étude du Paléozoïque de l'Elbourz central. C.R. séanc. Acad. Sci., Paris, V. 195, p. 811-813.
- 141 - RIVIERE A. (1932) - Sur l'existence d'importants mouvements horizontaux dans le Nord de l'Elbourz central. C.R.séanc. géol. Fr., v. 1932, Pt. 16, p. 226-228.
- 142 - RIVIERE A. (1932) - Contribution à l'étude géologique de l'Elbourz (Perse). Rev. Géogr. phys. Geol. dyn., V. 7, pts.1-2, p.1-190.

- 143 - RUTNER A., NABAVI M. and HADJIAN J. (1968) - Geology of the Shirgesht area (Tabas area, East Iran). Geol. Survey Iran Rept. n° 4, 113 p.
- 144 - RUTNER A., NABAVI M., ALAVI M. (1970) - Geology of the Ozbak-Kuh Mountain (Tabas area, East Iran). Geol. Surv. Iran Rept. n° 5 with map 1/100.000.
- 145 - SALVAH H. (1968) - "L'évolution du problème des évaporites et ses conséquences sur l'interprétation des gisements marocains "in" Revue "Mines et Géologie" de la Direction des Mines et de la Géologie du Maroc, n° 27, 11e année, 2e trimestre 1968, Rabat.
- 146 - SAMIMI NAMIN M., MOVAHED AVAL and HACHIPUR A. (1965) - New discoveries of Phosphate in Iran. CENTO Sem. Field Tech. & Miner. Invest., Iran, p. 145-146.
- 147 - SARABY F. (1962) - Green beds in Iran. CENTO Symp. Ind. Rocks & Miner., Lahore, p. 410-412.
- 148 - SEILACHER A. (1955) - Spuren Und Lebensweise der Trilobiten - In : Schindewolf & Seilacher, Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan). Akad. Wiss. Lit. Mainz, math.-naturw. Kl.
- 149 - SEYED-EMAMI K. voir EMAMI K.S.
- 150 - SLOSS L.L. (1953) - "The significance of Evaporites" in Journ. of Sedimentry Petrology, 23, 3, pp. 143-161, 8 fig., Tulsa, 1953.
- 151 - STAHL A. F. Von (1897) - Zur Geologie von Persien : Geognostische Beschreibung des Nordlichen Und Zentral-Persiens : Pettermans Mitt., n° 122, p. 1-72.
- 152 - STAHL A.F. Von (1907) - Geologische Beobachtungen in Zentral und Nord-west Persien : Pettermans Mitt., V.53, n° 8, p. 169-177, 205-214.
- 153 - STAHL A.F. Von (1911) - Persien : Handbch. Reg. Geol., V. 5, Pt.6, n° 8, p. 1-46.
- 154 - STEIGER R. (1966) - Die Geologie der West-Firoz-Kuh Area (Zentraleburz, Iran). Mitt. Geol. Inst. Eidgen. Tech. Hochschule U. Univ. Zürich, N.F., 145 p.
- 155 - STEPANOF D.L., GOLSHANI F. and STOCKLIN J. (1969) - Upper Permian and Permian-Triassic boundary in north Iran Geol. Surv. Iran, Rep.12, Tehran, 72 p.

- 156 - STOCKLIN J. (1961) - Lagoonal formations and salt domes in East Iran. B. Iran Petrol. Inst., n° 3, p. 29-46 ; the same in German, 1961, Lagunäre Formationen und Salzdome in Ostiran. Eclog. geol. Helv., v. 54, p. 1-27.
- 157 - STOCKLIN J. (1965) - A review of the structural history and tectonics of Iran. CENTO Sem. Field Tech. Miner. Invest., Iran, p. 91-118; abs., 1965, Symp. Tectonics, Hyderabad : B.Natn.Inst.Sci. n° 32, p. 37-43.
- 158 - STOCKLIN J. (1968) - Salt deposits of the Middle East : Geol. Soc. Am. Spec. Paper 68, p. 157-181.
- 159 - STOCKLIN J. (1968) - Salt deposition in closed continental basins (abs) : Geol. Soc. Am. Spec. Paper 88, p. 417.
- 160 - STOCKLIN J. (1968) - Structural history and tectonics of Iran : A review : Am. Assoc. Petrol. Geol. B., V. 52, n° 7, p. 1229-1258.
- 161 - STOCKLIN J. (1954) - Geology of the area between Kashan, Ardestan and Isfahan N.I.O.C. Geol. Rept. 108 B.
- 162 - STOCKLIN J. (1954) - Geology of Kuhestan-i-Qum and Ravand Area. N.I.O.C., Geol. Rept. 126.
- 163 - STOCKLIN J., EFTEKHAR-NEZHAD J. and HUSHMAND A (1965) - Geology of the Shotori Range (Tabas area, East Iran) : Geol. Survey Iran Rept. n° 3, 69 p.
- 164 - STOCKLIN J., NABAVI M. and SAMIMI N (1965) - Geology and mineral resources of the Soltanieh Mountains (Northwest Iran) : Geol. Survey Iran Rept. n° 2, 44 p.
- 165 - STOCKLIN J., RUTNER A. and NABAVI M. (1964) - New data on the Lower Paleozoic and Pre-Cambrian of North Iran : Geol. Survey Iran Rept. n° 1, 29 p.
- 166 - TAGHIZADEH N. (1962) - Salt and gypsum deposits in Iran : CENTO Symp. Ind. Rocks & Miner., Lahore, p. 353-360.
- 167 - TARAZ H. (1969) - Permo-Triassic sections in Central Iran. Amer. Ass. Petrol. Geologists Bull., Tulsa, Vol. 53, n° 3, p. 688-693.
- 168 - THIELE O. (1965) - Zum Alter der Metamorphose in Zentral Iran : Mitt. Geol. Ges. Wien, v. 58, p. 87-101.

- 169 - THIELE O. (1967) - Bemerkungen zur tektonischen Karte von Iran : Verh. Geol. Bundesanst., n° 1-2, p. 129-135.
- 170 - THIELE O., ALAVI M. et al. (1968) - Explanatory text of the Golpaygan Quadrangle Map, 1/250.000 : Geol. Survey Iran Geol. Quad. Map E-7, 24 p.
- 171 - THIETZE E. (1877) - Bemerkungen über die Tektonik des Albursgebirges : Jb. Geol. Bundesanst., V. 27, p. 375-430.
- 172 - TOZER E.T. (1967) - A standard for Triassic time. Geol. Survey Canada Bull., n° 156, p. 103, pls. X.
- 173 - VATAN A. (1964) - Guide géologique de la région de Qum (Iran). Univ. Tehran, 42 p. ronéo.
- 174 - VATAN A. et AYANIAN P. (1962) - Observations sédimentologiques sur les couches vertes de l'Elbourz (Iran). C.R. somm. soc. géol. Fr. Paris, n° 10, p. 320-321.
- 175 - VATAN A. et YASSINI I (1969) - Les grandes lignes de la géologie de l'Elbourz central dans la région de Tehran et la plaine de la Caspienne. Rev. Inst. fr. Pétrole, Paris, Vol. XXIV, n° 7-8, p. 841-1006.
- 176 - WAAGEN W. (1895) - Salt fossils, fossils from the Ceratite Formation. India Geol. Survey, Mem. Paleont. Indica, Ser. 13, Salt Range 2, p. 116, pls 30.
- 177 - ZAHEDI M. et al. (1968) - Geological report of western part of the Sanandaj quadrangle, with map 1/100.000 (unpublished). Geological Survey of Iran.
- 178 - ZAHEDI M. et al. (1969) - Explanatory text of the Esfahan Quadrangle map, 1/250.000 Geol. Survey of Iran; Quad. map n°..(unpublished).
- 179 - ZAHEDI M. and ALAVI M. (1964) - Some notes on the geology of Mahallat area. Tehran, Geological Survey of Iran ; P 5; 4 maps; 6 plates of photo.
- 180 - ZAHEDI M. and HADJIAN J. (1966) - Geology of the Sanandaj Area (Kordestan). Geol. Survey of Iran, geological note n° 19, p. 1-16.
- 181 - ZIAI T (1960) - Iran seeks mineral development. Engng Min. j., V.161, n° 7, p. 74-76.
- 182 - ZIAI T. (1960) - Review of mineral resources in Iran (Summary). Min. J. Lond., V. 254, n° 6505, p. 460-461.

S O M M A I R E

AVANT PROPOS	p. 1
INTRODUCTION	4
APERCU GEOGRAPHIQUE	8
Limite de l'étude.	8
Situation générale et orographie	11
Hydrographie	11
Les sources.	13
Climat, végétation et population	13
Voies d'accès et routes intérieures.	15
Ressources minérales	15

Première Partie : S T R A T I G R A P H I E

CHAPITRE I - Infracambrien I (Formation de Kahar).	21
CHAPITRE II - Infracambrien II (Formation de Soltanieh)	28
I - Dolomies inférieures	30
II - Schistes intermédiaires.	30
III- Dolomies supérieures	30
Fossiles	32
Limites inférieure et supérieure	33
Comparaisons	35
Conditions et milieu de dépôt.	38
Aperçu paléogéographique de l'Iran durant l'Infracambrien.	39

CHAPITRE III	- Cambrien Inférieur (Formation de Lalun) . . . p.	42
I	- Le terme inférieur	44
II	- Le terme moyen	45
III-	Le terme supérieur "Top Quartzite"	47
Fossiles		47
Limites inférieure et supérieure		48
Comparaisons		48
Conditions et milieu de dépôt.		50
CHAPITRE IV	- Cambro-Ordovicien (Formation de Mila).	52
I	- Dolomies de l'Horizon I.	53
II	- Schistes de l'Horizon II	55
III-	Calcaires à Trilobites de l'Horizon III.	55
IV	- Schistes argilo-gréseux de l'Horizon IV.	57
Fossiles		59
Limites inférieure et supérieure		60
Comparaisons		60
Conditions et milieu de dépôt.		62
CHAPITRE V	- Siluro-Dévonien inférieur (Formation de Niur et Padeha)	64
I	- Série gréseuse et volcanique inférieure (Formation de Niur).	66
II	- Série grésodolomitique supérieure (Formation de Padeha).	68
Fossiles		69
Limites inférieure et supérieure		69
Caractères généraux.		70
Comparaisons		71
Conditions et milieu de dépôt.		73

CHAPITRE VI	-	Dévonien moyen supérieur (Formation de Sibzar et de Bahram)	p. 76
I	-	Série calcaréo-dolomitique de Sibzar.	78
II	-	Série calcaire de Bahram.	78
Fossiles	.		81
Limites inférieure et supérieure. Variations d'épaisseur. et de faciès.			86
Comparaisons.			87
Conditions et milieu de dépôt			88
CARBONIFERE ET PERMIEN INFÉRIEUR			89
CHAPITRE VII	-	Permien moyen supérieur (Artinskien-Koungourien) Formation de Jamal	90
Horizon A (Pélites et calcaires).			91
Horizon B (Calcaires ou calcaires dolomitiques)			91
Horizon C (Dolomies silicifiées).			93
Fossiles			94
Limites inférieure et supérieure.			94
Comparaisons.			96
Paléogéographie et milieu de dépôt.			99
CHAPITRE VIII	-	Trias (Groupe de Soh : Formation de Shotori et Naiband).	100
Unité 1 - Grès d'Abyanheh			104
Unité 2 - Dolomies de Shotori			106
Unité 3 - Calcaires d'Espahk			107
Unité 4 - Série de transition			109
Unité 5 - Schistes et calcaires de Parsefid			112
Unité 6 - Schistes et grès de Venher			114
Unité 7 - Schistes et calcaire de Niazmargh			116

Fossiles	p.	120
Limites inférieure et supérieure		125
Comparaisons. Milieu et conditions de dépôt.		127
Trias inférieur		127
Trias moyen		130
Trias supérieur		131
CHAPITRE IX - Lias (Formation de Shemshak)		135
I - Schistes et grès de Kaleh-Rud		136
II - Schistes et calcaires de Tar		138
III- Cobglomérats à dragées de Geloshaleh		140
Fossiles		142
Limites inférieure et supérieure		143
Comparaisons		144
Conditions et milieu de dépôt		148
CHAPITRE X - Jurassique moyen et supérieur		150
CHAPITRE XI - Crétacé inférieur		155
Horizon I - Conglomérat de la base		157
Horizon II - Calcaires et marnes de Humand		160
Horizon III - Schistes calcaireux de Serakeh.		160
Horizon IV - Marno-calcaire de l'Albien		
CRETACE SUPERIEUR		167
Comparaisons		167
I - Ouest de l'Iran central		167
II - Est de l'Iran central		169
III- Alborz		170
IV - Kopet Dag.		170
V - Zagros		170
Conclusions paléogéographiques		171

CHAPITRE XII	- Eocène	173
	Horizon I - Nord de Soh	175
	Horizon II - Nord de Soh	177
	Horizon III - Nord de Soh	178
	Horizon IV - Nord de Soh	179
	Horizon V - NE de Sartakht-e-Niazmargh.	181
	Horizon VI - W d'Abyaneh	183
	Horizon VII - S de Koh-Rud.	183
	Faunes	185
	Limites inférieure et supérieure et histoire orogénique . .	186
	Comparaisons	188
	Conditions et milieu de dépôt	190
CHAPITRE XIII	- Oligocène inférieur (Formation rouge inférieure)	191
	Datation	192
	Limites inférieure et supérieure	192
	Comparaisons	195
	Conditions et milieu de dépôt	195
CHAPITRE XIV	- Oligocène supérieur - Miocène inférieur (Formation de Qom)	196
	Age	200
	Caractères généraux ; Limites inférieure et supérieure . .	200
	Comparaisons	201
	Conditions et milieu de dépôt	202
CHAPITRE XV	- Pliocène	204
	I - Les conglomérats et les argiles sableuses	206
	II - Les laves et tufs dacitiques	206
	III - Les conglomérats et les roches volcaniques	207

Comparaisons	208
Conditions de dépôt.	209
CHAPITRE XVI - Quaternaire	210
I - Les travertins	210
II - Terrains glissés et éboulis.	213
III- Les terrasses alluviales	215
IV - Alluvions récentes	216
Deuxième Partie : R O C H E S V O L C A N I Q U E S E T T E C T O N I Q U E	217
CHAPITRE I - Roches volcaniques	219
I - Roches volcaniques du Précambrien ou Infracambrien ancien	219
II - Roches volcaniques du Silurien	220
III- Roches volcaniques de l'Eocène	221
1 - Roches rhyo-dacitiques du Lutétien	221
2 - Roches andésitiques du Priabonien	223
IV - Roches volcaniques du Pliocène	223
1 - Tufs et laves décitiques	224
2 - Lave andésitique	225
V - Roches intrusives	226
1 - Masses grenues et microgrenues subvolcaniques.	226
- Age des masses grenues et microgrenues . .	228
2 - Filons de roches volcaniques	228
Conclusions	231

CHAPITRE II - Tectonique	p. 232
Demi-dôme paléozoïque (Soulèvement de Soh)	238
Zone effondrée du NE	240
Zone accidentale et méridionale.	240
CONCLUSIONS GENERALES	244
1 - Infracambrien.	245
2 - Cambrien et Ordovicien	245
3 - Silurien et Dévonien	246
4 - Permien moyen et supérieur	246
5 - Trias inférieur et moyen	247
6 - Trias supérieur et Lias.	247
7 - Aptien et Albien	248
8 - Eocène	248
9 - Oligocène et Miocène inférieur	249
10 - Pliocène	250
BIBLIOGRAPHIE	251

CARTE, TABLEAUX ET PLANCHES
CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE SOH : ECH. : 1 : 250.000 p. 233

TABLE DES FIGURES

Fig. 1 - Carte de la situation de la région de Soh	p. 9
2 - Tableau d'assemblage des photographies aériennes de la région de Soh	10
3 - Carte de la situation de la région de Soh (d'après la carte tectonique d'Iran . . . ,	12
4 - Carte de la région de Soh	18
5 - Coupe schématique montrant l'Infeacambrien de Farizand. .	22
6 - Formation de Kahar (Infracambrien I)	24
7 - Formation de Soltanieh (Infracambrien II) ; Ech. : 1 : 100.000	29
8 - Répartition des principaux faciès de l'Infracambrien. . .	41
9 - Coupelithologique simplifiée du Cambrien inférieur (For- mation de Lalun) ; Ech. : 1 : 5.000	46
10 - Coupe schématique d'Abyaneh montrant la succession des assises allant du Cambrien inférieur au Trias	56
11 - Coupe schématique d'ensemble de la Formation de Mila ; Ech. 5.000e	58
12 - Formation de Niur et de Padeha (Siluro-Dévonien inférieur; Ech. : 1 : 5.000	67
13 - Schéma paléogéographique du Centre et du Sud de l'Iran pendant le Silurien (Formation de Niur)	75
14 - Schéma paléogéographique du Centre et du Sud de l'Iran pendant le Dévonien inférieur (Formation de Padeha) . . .	75
15 - Coupe schématique de Negeleh (E de Soh) montrant la série des assises allant du Siluro-Dévonien au Trias	77

Fig. 16 - Formation de Sibzar et de Bahram du Dévonien moyen supérieur ; Ech. 1 : 1.000	p. 79
17 - Schéma indiquant la situation des horizons fossilifères de la Formation de Jamal. Ech. 1 : 5.000	92
18 - Carte paléogéographique schématique de l'Iran à la fin du Permien et au passage Permien-Trias	97
19 - Coupe synthétique du Trias moyen (Formation de Shotori) et du Trias supérieur (Formation de Naïband) du groupe de Soh ; Ech. 1 : 5.000	102
20 - Grès d'Abyaneh ; Ech. 1 : 500.	105
21 - Formation de Shotori (Trias moyen) ; Ech. 1 : 5.000.	108
22 - Coupe schématique de la "série de transition" au Sud du Kuh-e-Parsefid	110
23 - Schistes et calcaires de Parsefid (Ladinien-Carnien) ; Ech. 1 : 2.500	113
24 - Coupe schématique des "schistes et grès" de Venher	115
25 - Coupe schématique de la région de Niazmargh	117
26 - Coupe schématique située à environ 12 km au NW du Mahallat	132
27 - Paléogéographie schématique de l'Iran au Trias supérieur.	134
28 - Coupe schématique des schistes et grès de Kaleh-Rud	137
29 - Coupe synthétique de la Formation de Shemshak (Lias) ; Ech. 1 : 5.000	139
30 - Carte de répartition des principaux faciès du Lias d'Iran	145
31A- Carte schématique de répartition des principaux faciès du Jurassique supérieur d'Iran	151
31B- Tableau schématique de corrélation entre les formations jurassiques de l'Alborz central et de la région de Soh	153

Fig. 32 - Coupe de Senjedeh (Bédoulien) située au Sud de Soh . . .	p. 158
33 - Coupe schématique des assises du Crétacé inférieur constituant le synclinal de Serakeh, à l'Est de Soh	161
34 - Le Crétacé inférieur de la coupe de Soh. Répartition de quelques Foraminifères ; Ech. 1 : 5.000	163
35 - Faciès du Crétacé en Iran	166
36 - Corrélations entre les différentes coupes de l'Eocène de la région de Soh ; Ech. 1 : 5.000	176
37 - Coupe schématique de la région s'étendant au Nord de Maravand	182
38 - Coupe schématique au SE de la vallée de Koh-Rud.	184
39 - Coupe schématique au SW de la vallée de Koh-Rud.	184
40 - Coupe schématique au Nord de Maravand	193
41 - Coupe schématique du bassin oligo-miocène de la région de Soh.	193
42 - Paléogéographie schématique du Tertiaire dans la région de Soh	194
43 - Coupe schématique au Sud de Maravand montrant les assises oligo-miocènes de la région de Soh	197
44 - Paléogéographie de l'Oligo-Miocène dans la région de Soh	203
45 - Coupe schématique de Kuh-e-Chehel Dokhtar au NW de la région de Soh représentant les dépôts du Pliocène	205
46 - Coupe schématique relevée au Nord de Tarq	212
47 - Coupe structurale de la région de Soh	236
48 - Légende des coupes structurales de la région de Soh	237
49 - Carte structurale schématique de la région de Soh	241

TABLE DES TABLEAUX

Tabl. 1A-	Tableau récapitulatif des formations représentées dans la région de Soh	p. 6
1B-	Analyse chimique des matériaux réfractaires de la région de Soh	17
2 -	Corrélations entre les formations cambro-ordoviciennes de quelques régions d'Iran	61
3 -	Corrélations des séries triasiques de quelques régions d'Iran	128

TABLE DES PLANCHES

Pl. I	25
Ph.1 - La Formation de l'Infracambrien I de Kahar	25
Pl. II.	31
Ph.2 - Lits de silex dans les dolomies de l'Infracambrien II .	31
Pl. III.	43
Ph.3 - Panorama de la série Paléozoïque inférieur	43
Ph.4 - La série paléozoïque et le Trias moyen au Sud d'Abyaneh	43
Pl. IV	54
Ph.5 - La position des roches volcaniques par rapport aux assises sédimentaires du Paléozoïque inférieur (Vallée de Comju)	54
Pl.V	65
Ph.6 - Surface à ripple-marks dans les grès de la Formation de Padeha	65
Ph.7 - Structure énigmatique probablement d'origine diagénétique (Formation de Padeha)	65
Pl. VI	82
Ph.8 - Trilobite dans la Formation de Bahram	82
Ph.9 - Identique à Ph. 8	82

Ph.10 - Couches de la Formation de Bahram au SW d'Abyaneh . . . p.	82
Ph.11 - Affaissement de couches charbonneuses du Lias sur le versant occidental de la chaîne de Soh	82
Pl. VII	84
Ph.12 - Coral de Dévonien moyen-supérieur	84
Ph.13 - Coral de Dévonien moyen-supérieur	84
Pl. VIII	95
Ph.14 - Les assises du Dévonien et du Permien	95
Ph.15 - Les assises du Dévonien et du Permien	95
Pl. IX	101
Ph.16 - Panorama du versant oriental de la chaîne de Soh	101
Ph.17 - Les assises du Permien et du Trias	101
Ph.18 - Calcaires à Lamellibranches du Trias moyen	101
Pl. X	119
Fossiles de l'unité schisto-calcaire de Niazmarh (partie supérieure de la Formation de Naïband)	
Ph.19a Montvaulitia norica Frech	119
Ph.19b Polypier indéterminé	119
Ph.20 - Stylophyllopsis lindstromi Fre.	119
Pl. XI	121
Ph.22 - Indopecten glabra Douglas	121
Ph.23 - Myophoria Verbecki Boettger	121
Ph.24 - Thamnastrea rectilamellosa Winkler	121
Pl. XII	
Ammonites de l'Unité schisto-calcaire de Parsefid (partie inférieure de la Formation de Naïband)	123
Ph.25 - Distichites iraniensis nov. sp.	123
Ph.26 - Distichites cf. celticus Mojs.	123
Ph.27 - Distichites sp.	123

Pl. XIII	Ammonites du Trias inférieur de la région d'Isfahan . . . p.	126
Ph.28 -	Anakashmirites	126
Ph.29 -	Tirolites	126
Ph.30 -	Paratirolites	126
Pl. XIV		141
Ph.31 -	Schistes à charbons de la formation liasique de Shemshak	141
Pl. XV		156
Ph.32 -	Opposition horizontale des assises calcaires et marneuses du Crétacé à Kuh-e-Asbi	156
Ph.33 -	Synclinal de Serakeh	156
Ph.34 -	Discordance du Crétacé sur le Lias au NE de Soh	156
Pl. XVI		159
Ph. 35-	Calcaire à Orbitolines	159
Ph.36 -	Bédoulien de Senjedeh	159
Pl. XVII	Ammonites de l'Aptien et de la l'Albien de la région de Soh	165
Ph.37 -	Protanisoceras de l'Albien inférieur moyen	165
Ph.38 -	Raulinicerases de l'Albien inférieur moyen	165
Ph.39 -	Raulinicerases de l'Albien inférieur moyen	165
Ph.40 -	Parahoplites du Gargasien supérieur	165
Ph.41 -	Parahoplites sp. Gargasien supérieur	165
Ph.42 -	Acanthohoplites du Gargasien supérieur	165
Pl. XVIII	Ammonites de l'Albien de la région de Soh et du Cénomaniens de la région d'Isfahan	168
Ph.43, 44 et 48 -	Lyelliceras de l'Albien inférieur moyen	168
Ph.45 -	Douvilleiceras de l'Albien inférieur moyen	168
Ph.46 - et 47	Beudanticeras de l'Albien inférieur	168

Ph.49 - Schloenbachia du Cénomanién inférieur	p. 168
Ph.50 - Paraturrilites du Cénomanién inférieur	168
Pl. XIX	175
Ph.51 - Conglomérat, marnes, calcaires et roches volcaniques de l'Eocène	175
Ph.52 - Conglomérats de l'Eocène, transgressifs sur les schistes liasiques de la Formation de Shemshak	175
Ph.53 - Alternance de calcaires nummulitiques et de roches andé- sitiques	175
Pl. XX	180
Ph.54 et 55 - Velates n.sp. de l'Eocène	180
Pl. XXI Fossiles de la Formation de Qom	199
Ph.56 - Ostrea sp.	199
Ph.57 - Chlamys brussoni de Serres	199
Ph.58 - Chlamys cf. varia Lin.	199
Ph.59 - Chlamys gr. Opercularis Lin.	199
Ph.60 - Kuphus arenarius (Lim.) Douglas.	199
Pl. XXII	214
Ph.61 - Travertins	214
Ph.62 - Cheminée de fée.	214
Ph.63 - Fracture ouverte dans des travertins	214
Pl. XXIII	229
Ph.64 - Rhyolite à phénocristaux de quartz avec de beaux sphéro- lites (Pliocène)	229
Ph.65 - Crystal tuf à phénocristaux de quartz	229
Ph.66 - Crystal tuf à phénocristaux de plagioclase	229

Vu.

Les membres du jury :

J. Flandrin

P. Cotillon

G. Demarcq

R. Michel

MM. J. FLANDRIN

P. COTILLON

G. DEMARCQ

R. MICHEL

Vu et approuvé.

Le Directeur de l'U.E.R.
de UER Sciences de la Nature

Le Directeur,

L. DAVID

Vu et accordé le permis d'imprimer.

Lyon, le 12 juillet 1971

Le Président de l'Université
Claude Bernard,

J. Boidin
J. BOIDIN

